



BUENAS PRÁCTICAS PARA DISEÑO DE HMI DE ALTO RENDIMIENTO

REALIZADO POR:

JESUS ENRIQUE RODRIGUEZ DE AVILA.

REVISADO POR:

JOSE LUIS VILLA

PROPUESTA PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO ELECTRONICO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA
CARTAGENA COLOMBIA

FEBRERO 2012.

BUENAS PRÁCTICAS PARA DISEÑO DE HMI DE ALTO RENDIMIENTO

20 de febrero

2012

BUENAS PRÁCTICAS PARA DISEÑO DE HMI DE ALTO RENDIMIENTO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR, FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
CARTAGENA COLOMBIA

FEBRERO 2012.



BUENAS PRÁCTICAS PARA DISEÑO DE HMI DE ALTO RENDIMIENTO

REALIZADO POR:

JESUS ENRIQUE RODRIGUEZ DE AVILA.

REVISADO POR:

JOSE LUIS VILLA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLIVAR, DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRONICA
CARTAGENA COLOMBIA

FEBRERO 2012.

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios, que ha sido la guía y el pilar fundamental de mi vida, porque me acompaña siempre y me ayuda a lograr todas las metas propuestas.

Agradezco a la universidad Tecnológica de Bolívar, y en especial a la facultad de ingenierías eléctrica y electrónica y sus profesores por brindarme la oportunidad y las herramientas para formarme y desarrollarme profesionalmente.

Agradezco a mis familiares por que han sido la base para alcanzar este logro, me han apoyado en todas mis aventuras, me han enseñado a ser una persona integral, culta y con muchos valores que junto con la formación profesional obtenida han dado buenos resultados y me han convertido una pieza fundamental en la sociedad y en sus vidas.

Agradezco a mis compañeros y colegas, sin ellos este proceso hubiese sido monótono y quizás de poco interés, gracias a ellos sé lo que se llama trabajar en equipo y ojala Dios nos coloque muy cerca para seguir haciéndolo.

Contenido

Tabla de imágenes.....	9
Introducción.	10
 CAPITULO 1.	 11
Resumen conceptual y marco teórico para el diseño de HMIs y centros de control.	11
1. Resumen conceptual y marco teórico para el diseño de HMIs y centros de control.	12
1.1 Conceptos básicos.	12
1.2 Metodología de diseño de HMI.....	13
1.2.1 Plan centrado en el proceso humano.	13
1.2.2 Precisar el contenido de uso.	14
1.2.3 Especificación de los usuarios y los requisitos organizativos.....	15
1.2.4 Producir soluciones de diseño.....	15
1.2.5 Evaluación de la solución de diseño contra los requerimientos del usuario.	15
1.3 Recomendaciones administrativas para el diseño.....	15
 CAPITULO 2.	 17
2. Principios básicos para el diseño de HMIs de alto rendimiento.	18
2.1 Principios básicos.	18
2.2 Representaciones graficas de procesos.	19
2.3 Representación de Datos e información del proceso.	22
2.4 Uso de colores.	31
2.4.1 Color de fondo.....	31
2.4.2 Elementos de primer plano.....	32
2.5 Representación de líneas de proceso, tanques y equipos estáticos.....	33
2.5.1 Líneas de proceso.....	33
2.5.2 Tanques y equipos de almacenamiento.....	33
2.6 Representación de textos.....	34
2.7 Representación de alarmas.....	35
2.8 Representación de válvulas de control y cierre.	39

CAPITULO 3.	42
3. Herramienta para la evaluación del rendimiento de las HMIs.	43
3.1 Evaluación de factores gráficos generales.	44
3.2 Evaluación de factores de navegación.	53
3.3 Evaluación de factores de estaciones de trabajo.	54
3.4 Evaluación de factores de cuartos de control y prácticas de trabajo.	55
3.5 Evaluación de factores de administración de alarmas.	58
3.6 Evaluación de esto actual de HMI existente.	61
 CAPITULO 4.	 65
4.1 Conclusiones.	66
 Bibliografía.	 67
 ANEXO 1: Herramienta para la evaluación del rendimiento de las HMIs.	 68
 Terminología o glosario.	 77
 TIPS tecnológicos.	 78

Tabla de imágenes

Figura 1-1-1: Representación modelo de sistemas interactivos centrados en humanos

Figura 2-1-1: Representación pobre de un proceso (a este solo le hizo falta la animación sobredimensionada)

Figura 2-1-2: Representación de un proceso, con muchos datos.

Figura 2-1-3: Buena representación grafica de valores del proceso genérico.

Figura 2-1-4-A: Sistema de compresores en una HMI tradicional

Figura 2-1-4-B: Resumen de indicadores en HMI de alto rendimiento.

Figura 2-1-5: Representación velocímetro digital Vs Análogo

Figura 2-1-6: Representación de información en HMI

Figura 2-1-7: Visualización de tendencias en una planta industrial.

Figura 2-1-8: Buenas prácticas para representación de tendencias en una planta industrial.

Figura 2-1-9: Muestra el contraste de 16 niveles típicos dentro de la escala de gris.

Figura 2-2-10: Ejemplo de buenas prácticas en representación de nivel de tanques.

Figura 2-2-11A: Técnica de representación de alarmas (Método 1).

Figura 2-2-11B: Técnica de representación de alarmas (Método 2).

Figura 2-2-11C: Técnica de representación de alarmas (Método 3).

Figura 2-2-11D: Técnica de representación de alarmas (Método 4).

Figura 2-2-12-A: Representaciones típicas de las válvulas de control

Figura 2-2-12-B: ejemplos representación de porcentaje de apertura de las válvulas de control o de cierre y la representación de los controladores con múltiples válvulas.

Introducción.

Las interfaces humano maquina (HMI) nacen por la necesidad comunicar a las personas con las maquinas (equipos o computadoras) y comprender todos los puntos de conexión entre el usuario y los equipos que se encuentran dentro de un sistema o proceso automatizado.

Todos los procesos de automatización basados en modernos sistemas de control distribuidos (DCS) y los sistemas supervisores de control y adquisición de datos (SCADA) utilizan una HMI para representar en displays, ventanas o pantallas la operación de la planta en tiempo real. En general las HMIs traen consigo una serie de herramientas incorporadas para proporcionar la construcción personalizada de los gráficos de pantallas para la arquitectura de los DCS o sistemas SCADA.

La pobreza en los diseños de las HMIs ha sido identificada como factores que contribuye a la generación de situaciones anormales, grandes pérdidas monetarias de miles de millones de pesos en producción, accidentes y muertes. Muchos de los diseños de bajo rendimiento son resultado de las limitaciones de los sistemas de control prematuros y la falta de conocimiento de los diseñadores de sistemas. Sin embargo, con la llegada de nuevos sistemas con mayor potencia, estas limitaciones han sido mitigadas. Además, décadas de investigación ha identificado mejoras en los métodos de ejecución. Por desgracia el cambio es difícil y las personas tienden a no tolerar dichos cambios y prefieren seguir en las malas prácticas de diseño. De hecho, algunos nuevos diseños en realidad son peores que los antiguos diseños.

Este trabajo se basa principalmente en las investigaciones realizadas por los autores del libro “The high performance HMI handbook” [1], dándole como valor agregado ejemplos y enfoques a los procesos observados en la región Caribe colombiana, especialmente en los ambientes industriales de la ciudad de Cartagena, este trabajo consta de tres capítulos donde se utiliza una metodología de diseño de sistemas interactivos centrados en el Humano basada en las norma ISO 13407 [3], se muestran los principios de diseño de las HMIs de alto rendimiento y por ultimo se explica detalladamente los puntos a evaluar en las preguntas que componen la herramienta de evaluación con la finalidad de que se conozcan los objetivos específicos de cada pregunta.

Finalmente en este trabajo propone una herramienta pedagógica que permite evaluar el rendimiento de las HMIs existentes. Para esto se utiliza una encuesta que está basada en la recopilación de buenas prácticas para diseños de HMI en plantas industriales, esto servirá como base para identificar los elementos principales que conforman las HMI de alto rendimiento, y poder evaluar el cumplimiento de las normas pertinentes en los modelos y procesos existentes. Se espera que este trabajo sea un instrumento útil para dar el primer paso a los cambios y a las mejoras en las HMIs desde la formación en ingeniería.

CAPITULO 1.

**Resumen conceptual y marco teórico
para el diseño de HMIs y centros de
control.**

1. Resumen conceptual y marco teórico para el diseño de HMIs y centros de control.

En el siguiente capítulo se podrá observar la historia, aspectos generales, funciones principales, niveles de uso, de las HMI. Este capítulo de basa en la norma para el diseño de sistemas interactivos centrados en el Humano ISO 13407 [3].

1.1 Conceptos básicos.

La sigla HMI en español significa Interface Humano Maquina, la cual es una herramienta cuyo objetivo principal es crear una comunicación entre el usuario y el estado de las maquinas que conforman un sistema o un proceso.

Las HMIs se pueden relacionar como una ventana de desarrollo de software en la cual se ven los mímicos de los objetos y elementos que conforman un proceso determinado, dichas ventanas pueden estar en paneles especiales para operadores o en computadoras tradicionales. Las señales de campo o señales de proceso son conducida hacia las HMI por medio de tarjetas de entrada y salidas de la computadora, Controladores Lógicos Programables (PLC), Unidades remotas de entradas y salidas (RTU) o variadores de velocidad (Drives). Cabe resaltar que todos los dispositivos antes mencionados deben mantener una comunicación que entienda el HMI.

Entre las funciones principales que tiene una HMI son:

- Monitoreo: es la habilidad de poder mostrar las variables de la planta en tiempo real y pueden ser mostradas en números, textos y gráficos que pueden ayudar al buen entendimiento del operador.
- Supervisión: Esta función junto con la anterior, pueden lograr ajustes en las condiciones de trabajo directamente desde la computadora.
- Alarmas: es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo, estas son reportadas basadas en los límites de control preestablecidos por los ingenieros de diseño.
- Control: es asociada la a capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso a ciertos límites permisibles. Este control va más allá del control por supervisión, esta consiste en remover o mitigar la acción humana en la toma de decisiones frente a algún procedimiento.
- Histórico: Es la capacidad de muestrear y almacenar archivo, datos del proceso a una determinada frecuencia, que se convierte en una herramienta fundamental y muy utilizada para la optimización y corrección de procesos.

Los altos niveles de rendimiento de las HMI permiten al operador tener gran efectividad y seguridad en el monitoreo de los procesos dentro de una planta, por ello, se deben conocer algunos procedimientos de buenas prácticas y estar al tanto de los problemas más comunes y

situaciones anormales que se pueden presentar en dicho proceso, el cual lleva a realizar análisis, entrevistas, encuestas, etc, que permiten la búsqueda de estrategias más adecuadas para informar al operador sobre dichos eventos o situaciones presentadas.

Para proponer una correcta visualización del proceso es importante y pertinente entender las condiciones y comportamiento del mismo, los expertos han estandarizado el uso de las HMI en cuatro niveles distintos.

- Nivel 1: área de proceso de información general (para conocimiento de la situación).
- Nivel 2: proceso de control de la unidad (para la manipulación de procesos en curso).
- Nivel 3: proceso de detalle de la unidad (para un examen minucioso y detallado del proceso).
- Nivel 4: proceso de mantenimiento de la unidad y de diagnóstico (para la solución de problemas).

Además de los anteriores niveles, los sistemas de gráficos de procesos deben utilizar banderas para mostrar la ocurrencia de las condiciones anormales del proceso, animaciones, colores y parpadeos de luces para reconocer rápidamente el significado del evento. El uso de ellas será detallado en los capítulos posteriores.

1.2 Metodología de diseño de HMI

Existen muchas metodologías para el diseño de las HMI, pero no todas dan buenos resultados donde se involucren factores ergonómicos, facilidad operativa o gráficos claros y de fácil entendimiento. En 1999, la organización internacional de normalización (ISO) aprobó la norma ISO 13407 como modelo de referencia general que propone algunos principios para el diseño de sistemas interactivos centrados en el Humano. La Figura 1.1 sintetiza el modelo propuesto por esta norma, cuyo objetivo principal es diseñar sistemas de mayor usabilidad. Este documento se ayudará de la norma para elaborar el diseño de las HMIs de alto rendimiento. El método es muy similar a los de gestión empresarial (Ciclo PHVA) que consisten en un ciclo cerrado donde se hace una retroalimentación de las actividades organizadas y planeadas, verificando dichas actividades y planeando nuevas estrategias para que la organización tenga el mismo enfoque y se puedan cumplir los resultados esperados para ello.

1.2.1 Plan centrado en el proceso humano.

Esta es una de las etapas más importantes de los procesos de diseño, debido a que en ella se recopilan los objetivos, compromisos, filosofías, metodologías, características específicas, modelo de desarrollo de actividades del sistema a diseñar, en ella se crea un plan donde existe un margen amplio de tiempo y oportunidades para involucrar dichas especificaciones.

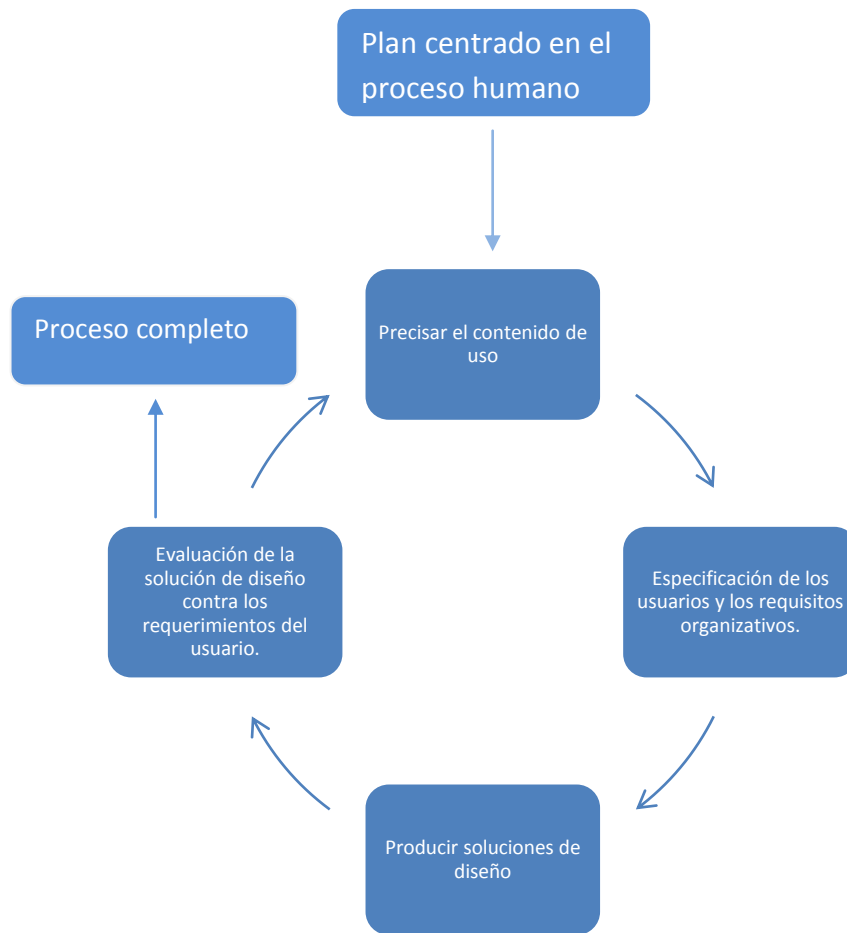


Figura 1.1: Representación modelo de sistemas interactivos centrados en humanos

(Fuente: Modelo tomado de la norma ISO 13407)

1.2.2 Precisar el contenido de uso.

El éxito del empleo de un sistema está relacionado con la capacidad de comprender y planificar las actividades necesarias para lograr el óptimo diseño de la HMI. Es importante la comprensión y determinación de los detalles del contenido del diseño, con el fin de orientar, proporcionar las estrategias y una base para la evaluación del contenido en la que esta herramienta será utilizada.

Si en el proceso del punto 1.2.5 se observa que el diseño realizado no cumple algunas premisas propuesta por el usuario, se debe volver a planificar las actividades necesarias o los ajustes para entregar el diseño acorde a las necesidades del cliente

1.2.3 Especificación de los usuarios y los requisitos organizativos.

En este punto el diseñador debe especificar los perfiles de los usuarios y los requisitos funcionales de la HMI que se necesitan para lograr su buen desempeño.

Es importante establecer los niveles de seguridad para permitir el acceso a los ingenieros que son los autorizados para hacer modificaciones en las características del sistema, y para los operadores, que solo deben tener acceso a manipular equipos pero no pueden tener acceso para hacer modificaciones o reestructuraciones.

1.2.4 Producir soluciones de diseño

En esta etapa se crea la HMI materializando las ideas obtenidas en los procesos anteriores, es de vital importancia hacer cumplir el cronograma de actividades planificadas en el punto 1.2.2. Se debe tener en cuenta que el diseño de las HMI deben involucrar la comunicación y control de los:

- Equipos de medidas.
- Equipo actuadores.
- Maquinas rotativas.
- Comunicación entre sistemas.
- Secuencia de control.

1.2.5 Evaluación de la solución de diseño contra los requerimientos del usuario.

Este es uno de los puntos donde se controla la calidad y la usabilidad de la HMI diseñada, en estos procesos se compara la solución elaborada con respecto a los requerimientos del usuario, para ello es indispensable hacer simulaciones del proceso, crear perturbaciones al sistema y observar si el comportamiento es el deseado.

Si en este proceso se observa que el diseño realizado no cumple algunas premisas propuesta por el usuario, se debe volver al punto 1.2.2 para planificar las actividades necesarias o los ajustes para entregar el diseño acorde con a las necesidades del cliente. Este ciclo se completará solo cuando el diseño realizado cumpla con la condiciones propuestas por el cliente.

1.3 Recomendaciones administrativas para el diseño.

Las siguientes pautas, son recomendaciones para el diseño de HMIs.

1. La participación activa de los clientes es importante, debido a que se tiene un control preciso de lo ejecutado y se pueden hacer modificaciones o ajustes sobre la marcha.
2. Debe asignar las funciones de forma adecuada, asegurándose de la capacidad humana de su grupo de trabajo este acorde con las tareas a ejecutar.
3. Se debe tener Insistencia en las soluciones de diseño (por tanto, dar tiempo a la planificación de proyectos y cumplir las actividades en el tiempo estipulado).
4. Se debe contar con un grupo Multi-disciplinario de diseño (pero tener grandes equipos de diseño puede generar costos elevados para tal fin).

Un diseño se evalúa teniendo en cuenta la operatividad de la HMI versus costo de diseño, es importante tener un buen equilibrio entre estos dos factores, organizar bien y darle buen uso de los recursos es una de las estrategias que ayudan a que disminuyan los costos de diseño.

CAPITULO 2.

Principios básicos para el diseño de HMI de alto rendimiento.

2. Principios básicos para el diseño de HMIs de alto rendimiento.

En el siguiente capítulo se podrá observar las características fundamentales para catalogar una HMI de alto rendimiento, para lograr esto, se harán ejemplos, se darán pautas y se harán comparaciones para que el lector sea el que saque sus propias conclusiones. Muchos de los conceptos, imágenes y principios fueron tomados de [1] y [2].

2.1 Principios básicos.

En el siguiente capítulo se podrá observar la historia, aspectos generales, funciones principales, niveles de uso, de las HMI.

Existen tres principios básicos para el desarrollo de una HMI de alto rendimiento que tienen como objetivo fundamental mitigar los errores y optimizar las herramientas y elementos que conforman la HMI, Los tres principios básicos son los siguientes.

1. Claridad.
 - Los gráficos deben ser entendibles y los mensajes deben facilitar la lectura.
 - Se debe ver claramente el estado y las condiciones del proceso.
 - Los elementos utilizados para la manipulación del proceso deben ser claramente distinguible.
 - Las HMIs debe contener solo información importante, que permita determinar el estado del proceso.
 - Las alarmas e indicadores de situaciones anormales deben ser claros, resaltados y distinguibles.
2. Coherencia.
 - Las funciones gráficas deben ser estandarizados, sencillos y que utilicen funciones de ayuda para la manipulación de las HMI.
 - La HMI debe establecer un manejo lógico acorde al modelo mental de los operadores del proceso y un desarrollo orientado a las buenas prácticas.
3. Retroalimentación
 - El diseño de las HMIs debe minimizar la fatiga del usuario.
 - Las acciones importantes del proceso deben tener mecanismos de confirmación para evitar activaciones inadvertidas.

- Los elementos gráficos y objetos de control deben ser desarrollados de acuerdo al funcionamiento del proceso y a los estándares y normas existentes (como se indica en el capítulo siguiente).

Debido a que el uso general de las HMI se basa en la supervisión y control de procesos, el objetivo de esto es proveer al operador información clara, segura y confortable para minimizar la ocurrencia de errores en un proceso determinado.

2.2 Representaciones gráficas de procesos.

Durante muchos años los diseñadores han usado los diagramas de instrumentación y proceso P&ID como herramienta base para el diseño de las HMIs, siendo esta una herramienta de uso valioso pero una HMI de alto rendimiento no se puede lograr mediante la replicación del P&ID en una ventana, por esta razón el ingeniero diseñador debe ser más recursivo y utilizar herramientas distintas, tales como diagramas PFD que complementan el buen desarrollo de las HMI.

El uso de los P&ID ha perdido importancia a través del tiempo, debido a que contiene mucho más información que la que se muestra en la interfaz humano máquina de alto rendimiento HMI. En muchas ocasiones este exceso de información puede resultar engorroso para el diseñador de HMIs debido a que ellos utilizan solo algunos elementos del proceso e información adicional para la elaboración de las alarmas, interlocks, diagrama de proceso, mímicos, etc.

Es de vital importancia cumplir con los estándares internacionales y utilizar buenas prácticas que relacionan los gráficos del proceso y el estado de desarrollo en la que se encuentran las HMIs, pero antes debemos observar algunas características que catalogan a los gráficos como “pobres” o de “alto rendimiento”.

- Las siguientes características son consideradas para los gráficos **“Pobres”**.
 - × No tienen gráficos de tendencias.
 - × Las animaciones son desproporcionadas con respecto a los elementos gráficos del proceso (Ej: Se observa grandes llamas intermitentes que muestra cuando el quemador está encendido, su representación es mucho más grande que el gráfico de la caldera).
 - × Se utilizan objetos de colores brillantes sin sombreados en los gráficos en 3D, así como en líneas de proceso y bombas.

- × Los elementos o equipos del proceso no se encuentran detalladas internamente. (no posee hoja característica del equipo, y no se visualiza el TAG del equipo).
- × El gráfico no contiene código de colores de las tuberías de proceso.
- × Las unidades de medida (psig, gpm, etc.) son escritas en textos grandes y de color brillantes.
- × El nivel de líquidos en los tanques son representados en una franja del mismo ancho de tanque y con colores brillantes.
- × Es una representación exacta del diagrama de procesos e instrumentación P&ID con el mismo número de conexiones y válvulas.
- × El gráfico contiene líneas atravesadas y poco referenciadas.
- × El flujo de proceso es mostrado en todos los sentidos (de izquierda a derecha, de derecha a izquierda, de arriba- abajo, de abajo - arriba). Esto es porque en varios países donde se ajustan a las normas solo se representa el flujo de izquierda a derecha y de abajo – arriba, este punto esta condicionado al tipo de flujos que pasan a través de una tubería ya sean unidireccional o bidireccional.
- × Las alarmas son utilizadas por colores relacionados y no por elementos.
- × La navegación se limita por la aparición eventual de una ventana emergente.
- × Se presentan inconsistencias en el código de colores y en varios elementos.
- × Los fondos de las pantallas contienen imágenes o degradación de colores.

En la figura 2-1-1 muestra el proceso de una caldera, donde se observa muchas de las características mencionadas para los gráficos “Pobres”, entre las evidencias se encuentra el problema del contraste de las letras, tamaño e identificación de ellas, para esto es recomendable colocar el fondo de color gris claro y letras azules oscuras, con esto se puede obtener un gran contraste.

Otro de las características observadas es que no se encuentran información sobre las tendencias ni algún botón que nos dirija fácilmente a ella. Se necesita de mucho tiempo para la realización de los elementos gráficos lo que trae consigo una gran cantidad de tiempo invertido para el diseñador, se recomienda fraccionar esta pantalla en tres o cuatro ventanas diferentes, donde en una de ella se modele el comportamiento interno de la caldera, en las otras ventanas se modelen

los servicios necesarios para poner en funcionamiento la caldera y en otra se modele aquellos sistemas que aprovechan el vapor producido para llevar a cabo el fin deseado, etc.

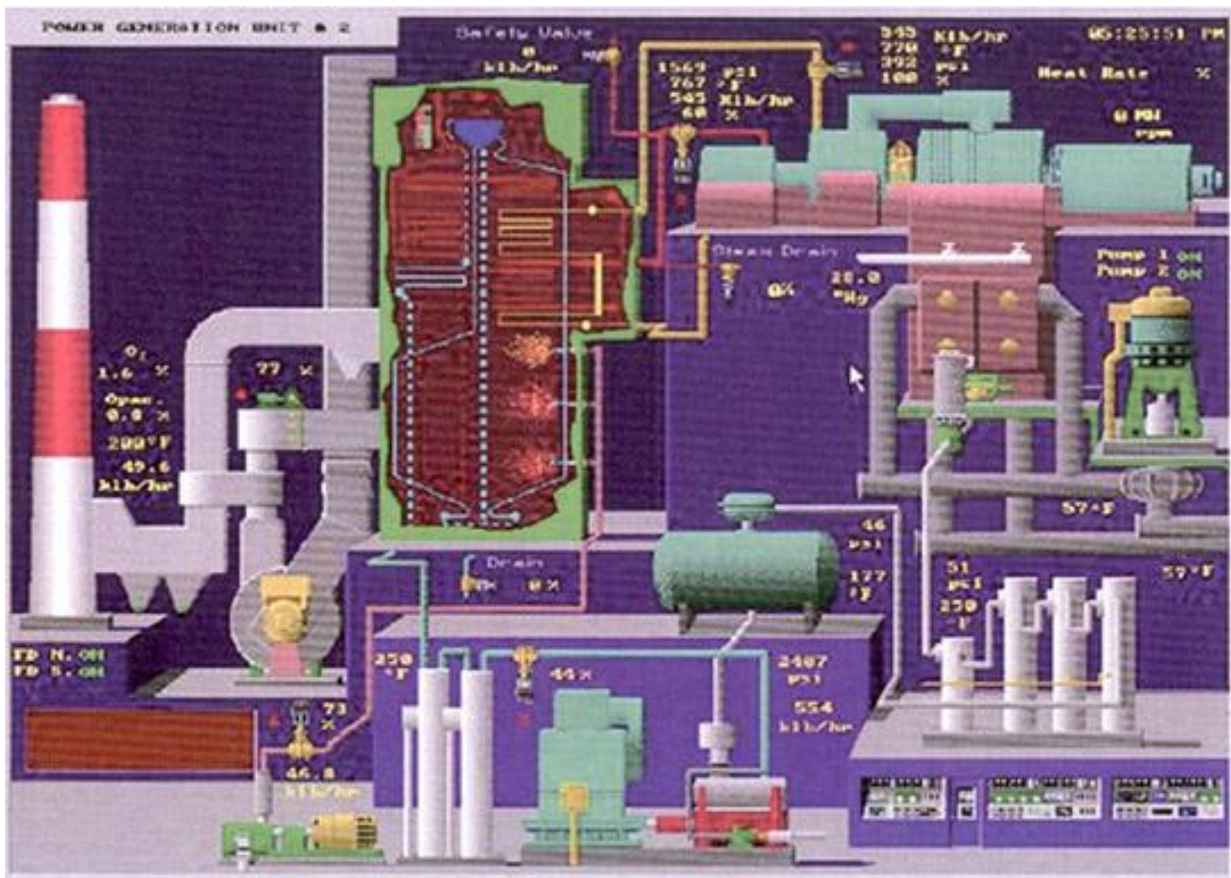


Figura 2.1.1: Representación pobre de un proceso (a este solo le hizo falta la animación sobredimensionada)

(Fuente: Imagen tomada de “The high performance HMI handbook”[1]).

- A continuación se presentan las características principales que tienen los gráficos de “alto rendimiento”.
 - ✓ Se describe el estado del proceso y los valores mostrados se presentan en el contexto de la información y no como simples números en pantallas.
 - ✓ Posee tendencias que tienen asociado información importante e indicadores de rendimiento claves, para la evaluación del estado de la planta y la calidad del producto

- ✓ No hay animación gratuita, una buena práctica sería limitar el uso de estas animaciones sólo para mostrar la presencia de situaciones anormales.
- ✓ El fondo de pantalla gris es muy usado para minimizar la fatiga visual, generalmente con esto se puede bajar el contraste entre los elementos, letras, tipografías, etc.
- ✓ Es bien limitado el uso de colores para elementos principales del proceso. Los colores para las alarmas son utilizados solo en el panel de alarmas, generalmente se utiliza el color amarillo para las alarmas, nunca debe ser utilizada para textos, líneas, bordes u otros elementos relativos diferentes a estas.
- ✓ Los equipos son mostrados en 2D que hagan un buen contraste con el fondo de la pantalla. Las figuras en 3D se utilizan con colores brillantes y con sombras para representar tanques, cilindros o elementos de almacenamiento de líquidos aunque esta última práctica no es tan recomendable, debido a que genera distracción a los operadores y mayor tiempo de creación de los elementos.
- ✓ El método de navegación utilizado debe ser lógico y consistente, utilizando jerarquías para la exposición de los detalles del proceso.
- ✓ Para la navegación entre las diferentes ventanas, el operador requiere de un mínimo de acciones del teclado.
- ✓ Se utilizan técnicas para minimizar la posibilidad de ocurrencia de un error por parte del operador y se proporcionan medidas de validación y seguridad de la información.
- ✓ Los elementos mostrados en las ventanas de gráficos se pueden identificar claramente y se encuentran acorde al código de colores.
- ✓ Las líneas de proceso son utilizadas en escala gris y poseen líneas ligeramente más gruesas para identificar las líneas principales del proceso.
- ✓ La representación gráfica del proceso se encuentra acorde al modelo mental del operador, donde él puede observar la distribución física de los elementos.

2.3 Representación de Datos e información del proceso.

Es de vital importancia exponer los datos del proceso en forma adecuada para las HMIs de alto rendimiento, por lo cual, se debe mostrar solo los datos que brinden información importante y no

saturar a los operadores con datos e información innecesarios y poco relevante del proceso como lo hacen muchas HMIs convencionales (Figura 2.1.2).

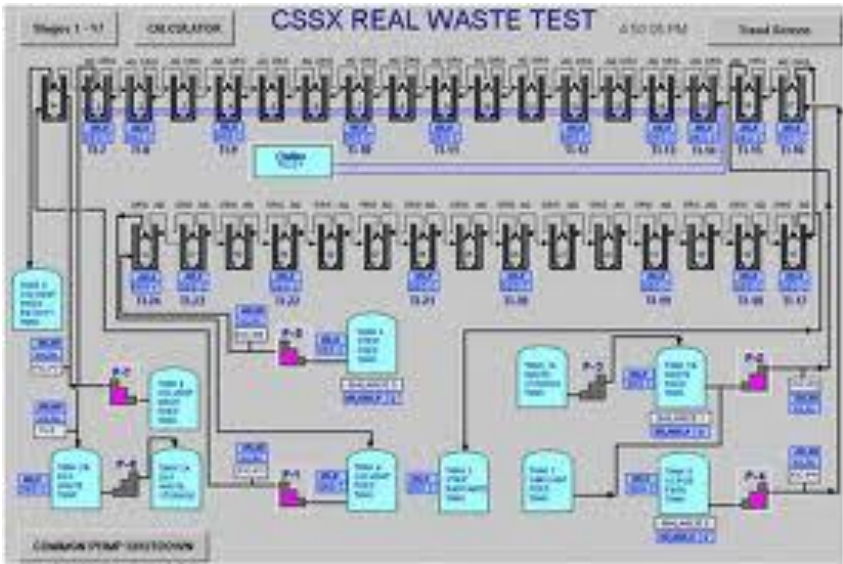


Figura 2-1-2: Representación de un proceso, con muchos datos.

Cabe resaltar que un dato no siempre brinda información, para esto, ilustremos el siguiente ejemplo donde se observa la diferencia entre datos e información. En la siguiente tabla se presentan los resultados de un análisis de sangre del Sr. Acosta. ¿Qué se puede determinar a partir de la información mostrada en la Tabla 2.1.1?, ¿El Sr. Acosta estará enfermo?

Resultados del paciente	
	Valores
ERI	3,79
HB	11,8
HTC	33,59
VCM	88,68
HCM	29,25
CHCM	32,98
IDE	13,01

Tabla 2-1-1: Resultados de laboratorios del Sr. Acosta

Con los datos mostrados nos es posible determinar a simple vista si el Sr. Acosta se encuentra enfermo o no, para esto es necesario tener unos datos adicionales tales como rangos, unidades de medidas, etc, que sirven para comparar los resultados obtenidos en el examen y así poder dar un diagnóstico del estado de salud del Sr. Acosta (ver Tabla 2.1.2).

Resultados del paciente			
	Valores	Unidades	Rango
ERI	3,79	/10 ⁶ /mm ³	(3,8 - 5,1)
HB	11,8	g/dl	(11,7 - 13,7)
HTC	33,59	%	(34,00 - 40,00)
VCM	88,68	u/m ³	(76,00 - 84,00)
HCM	29,25	Pg	(25,00 - 29,00)
CHCM	32,98	g/dl	(33,00 - 35,00)
IDE	13,01	%	(10,00 - 15,00)

Tabla 2-1-2: Resultados de laboratorios del Sr. Acosta, contiene unidades y rangos.

Con el dato adicional que se le agrega a la tabla, usted puede conseguir una ligera idea del estado de cada ítem ya sea "bueno" o "malo" partiendo del dato obtenido en los análisis y su respectiva posición dentro del rango mostrado en la Tabla 2.1.2. Incluso, se puede saber el estado de cada ítem sin conocer lo que significan los valores individuales en la fisiología humana.

Una presentación mucho mejor es la que se muestra en la Tabla 2.1.3, en ella se puede validar el estado de cada ítem en menos tiempo que el invertido en la tabla anterior, no necesita interpretar los números y los rangos en que se encuentran cada ítem, solo observas los indicadores y los límites que representan los rangos:

Resultados del paciente				
	Valores	Unidades	Rango	Indicadores
ERI	3,79	/10 ⁶ /mm ³	(3,8 - 5,1)	
HB	11,8	g/dl	(11,7 - 13,7)	
HTC	33,59	%	(34,00 - 40,00)	
VCM	88,68	u/m ³	(76,00 - 84,00)	
HCM	29,25	pg	(25,00 - 29,00)	
CHCM	32,98	g/dl	(33,00 - 35,00)	
IDE	13,01	%	(10,00 - 15,00)	

Tabla 2-1-3: Resultados de laboratorios del Sr. Acosta, contiene unidades, rangos e indicadores.

Los indicadores gráficos permiten identificar el estado de salud del Sr. Acosta en un vistazo. De hecho, esta representación puede ser verificada en una pantalla en menos de un segundo y las personas lo pueden entender claramente, en este ejemplo, los números no serían necesarios siempre y cuando los indicadores se encuentren en los rangos adecuados. Una mejora en la representación gráfica del ejemplo anterior sería como la que se muestra en la Figura 2.1.3, donde se observa el estado de las variables de un proceso genérico, que incluye colores codificados como zona segura (verde), zona de prevención (amarillo) y zona de emergencia (roja).

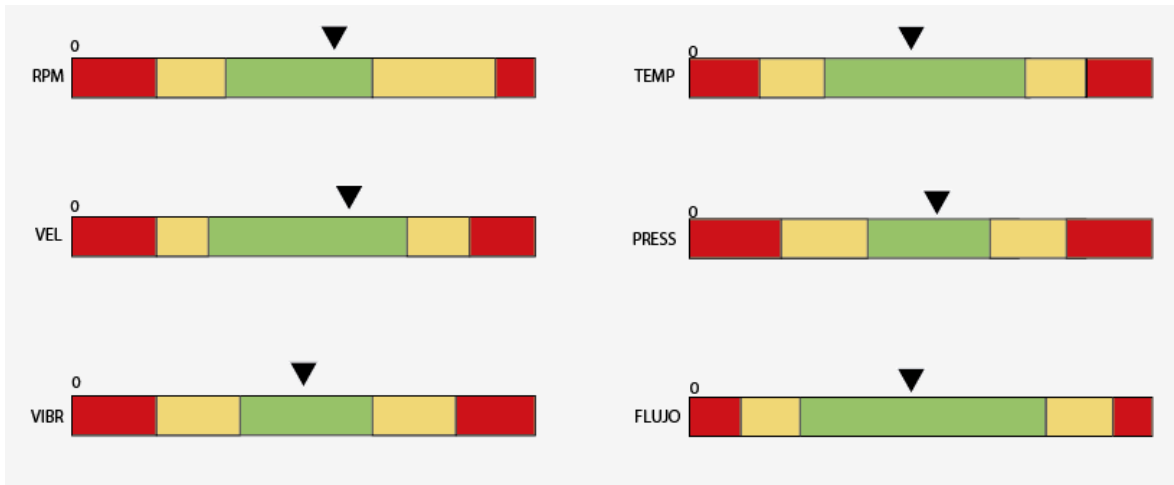


Figura 2-1-3: Buena representación grafica de valores del proceso genérico.

Trasladándonos al entorno industrial, consideremos una ventana donde se observa un sistema de compresores en una HMI tradicional (Figura 2.1.4A), en el cual se muestran datos que pueden ser muy útiles para los operadores, luego comparamos la representación gráfica tradicional del proceso incluyendo las características y ventajas de una HMI de alto rendimiento, la ventana de resumen de indicadores debería ser como se muestra en la siguiente figura (Figura 2.1.4B).

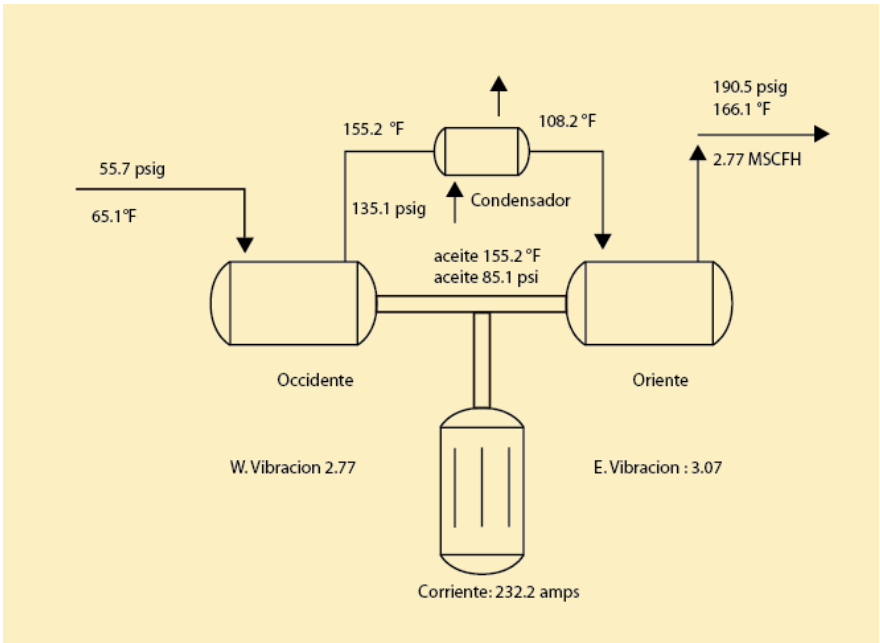


Figura 2-1-4-A: Sistema de compresores en una HMI tradicional

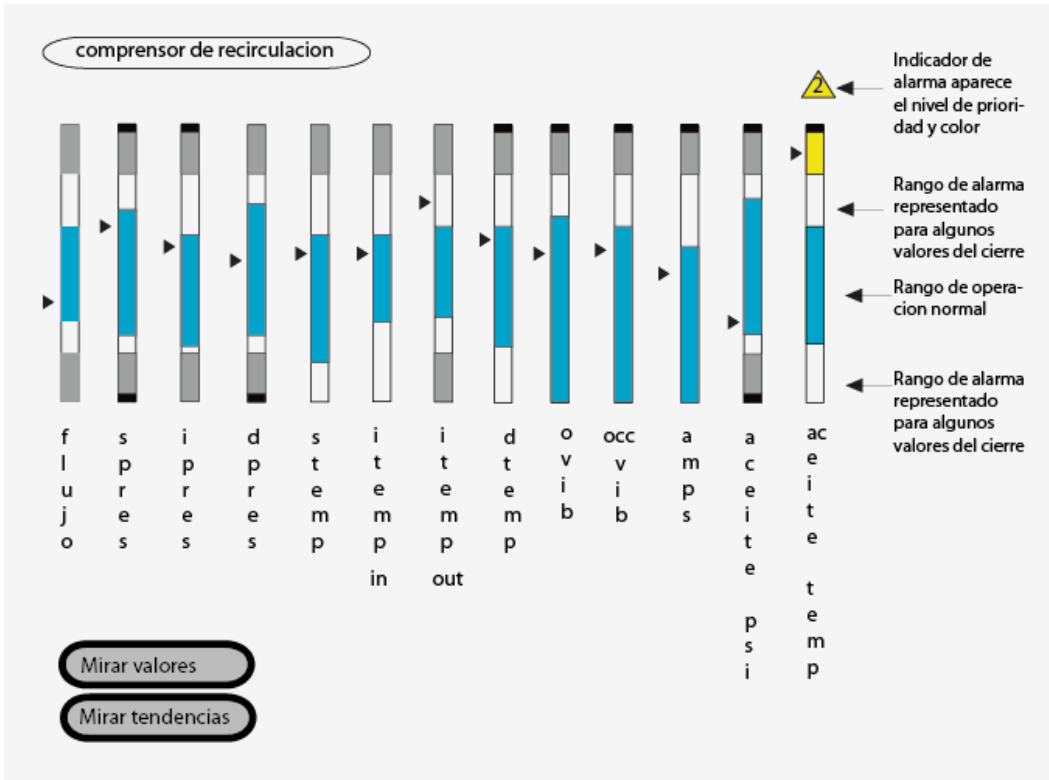


Figura 2-1-4-B: Resumen de indicadores en HMI de alto rendimiento.

(Fuente: Imágenes tomadas de “The high performance HMI handbook” [1]).

En muchas ocasiones es necesario utilizar gráficos análogos como herramienta de interpretación rápida de las variables del proceso de plantas industriales, sin embargo, la rapidez con la que se puede interpretar depende del tipo de la información que se desea mostrar, es decir, sería una buena práctica mostrar el “buen” o “mal” estado de una variable dentro del proceso como se mostraba en ejemplos anteriores, pero este no sería buena práctica si lo que necesitas es mostrar el valor actual de una variable o el valor esperado (set point). Para estos últimos es necesario utilizar herramientas de ajustes o de visualización numérica de forma digital, lo que se ahorraría tiempo en determinar el valor de la variable, comparado con un sistema análogo. En la siguiente figura (Figura 2.1.5) se muestra dos velocímetros de tecnologías diferentes, ¿Cuánto tiempo tardarías por definir qué velocidad exacta llevan cada automóvil?. Muy seguramente tardarías menor tiempo en descubrir la velocidad de automóvil con el indicador digital, lo que sería una buena opción en este tipo de problemáticas en los diseños de HMIs.

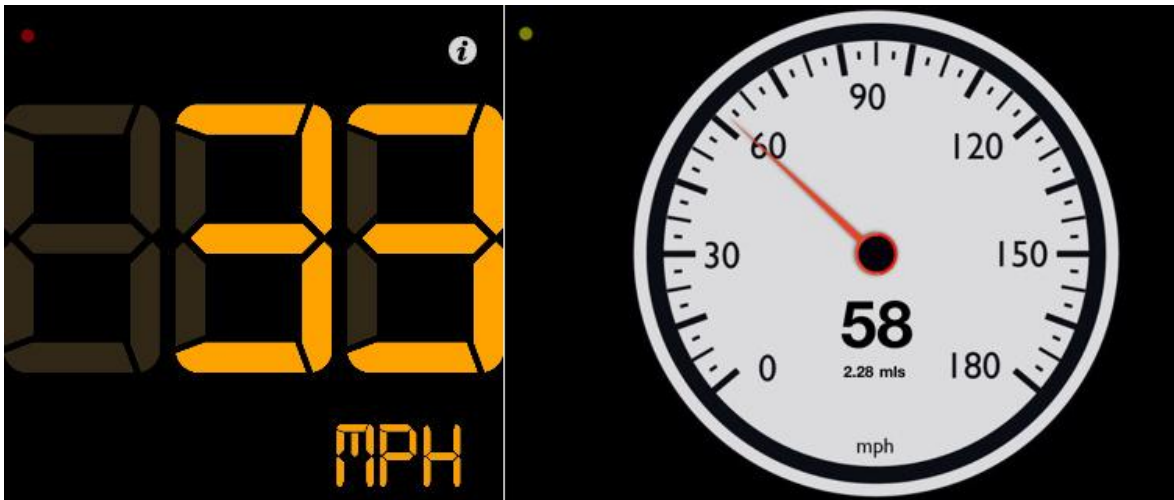


Figura 2-1-5: Representación velocímetro digital Vs Análogo

Las tendencias son muy importantes para conocer el comportamiento de las variables del proceso en el transcurso del tiempo y en ocasiones se pueden utilizar para pronosticar el comportamiento futuro del proceso. Las tendencias son muy poco utilizadas en las ventas de gráficos en el sector industrial, sin embargo, son esenciales para la correcta presentación de los datos importantes. Para un mayor alcance consideremos el siguiente ejemplo (Figura 2.1.6).

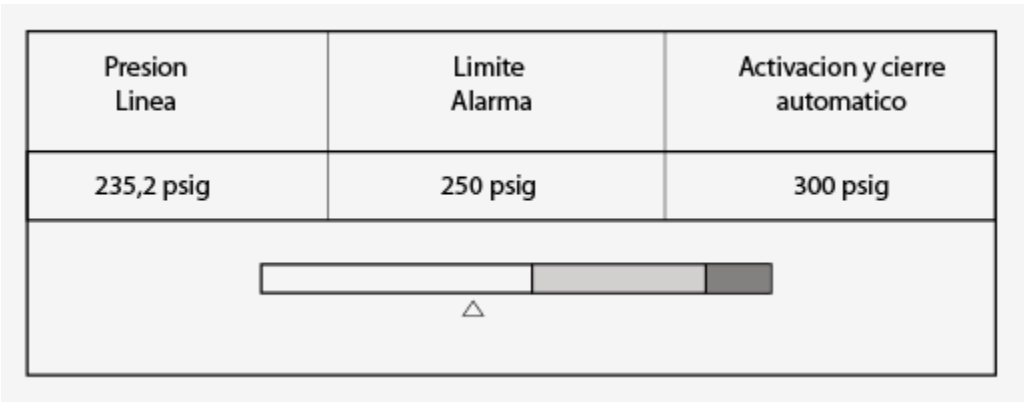


Figura 2-1-6: Representación de información en HMI

La visualización del valor actual sólo muestra "donde estoy ahora". Incluso cuando se combina con el indicador gráfico, la información no es óptima para manejar muchas situaciones. Tenga en cuenta cómo las tendencias transmiten mucha más información sobre la naturaleza del proceso.

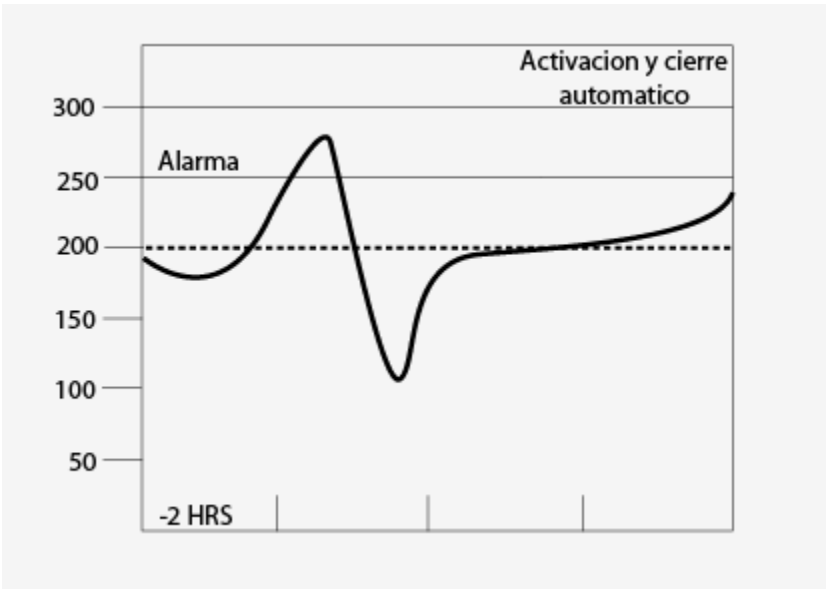


Figura 2-1-7: Visualización de tendencias en una planta industrial.

Aquí, lo sucedido es que luego de 90 minutos se hace una gran corrección después de la presencia de la alarma, ahora parece que algo similar podría estar por suceder. Lo que demuestra que un simple valor en la pantalla no transmite este tipo de información importante para el operador y para el proceso.

Todos las HMIs deben permitir el acceso a las tendencias, las cuales pueden ser configuradas en la escala deseada de visualización, el tiempo base, el color del trazo, y una sección que indique el valor de la variable en el tiempo seleccionado.

Las tendencias en una HMI de alto rendimiento deberían ser implementadas con las siguientes características:

- Cuando la ventana de gráfico es abierta, las gráficas de tendencias deben ajustar sus escalas automáticamente de forma predeterminada o una cantidad determinada en relación con el valor actual de la lectura, tales como $+/- 2\%$ o $+/- 5\%$ de las unidades de ingeniería.
- Las tendencias deben presentar una base de tiempo predeterminado adecuado para las condiciones del proceso (por ejemplo: para mostrar los últimos 10 minutos, 2 horas o las últimas 24 horas). Esta elección puede variar en función del proceso en particular.
- Los límites normales del proceso, los límites de calidad y los rangos de operación deseable deben indicarse en función del estado del proceso.
- Debe ser posible los cambios manuales en los rangos y en las bases de tiempo, este debe permanecer en dicha configuración hasta que el operador haga una nueva llamada de la ventana de gráfico o hasta oprimir el botón de regreso, el cual, coloca las gráficas de tendencias en la configuración predeterminada.
- El operador no tiene que manipular las claves para las tendencias útiles o muy confidenciales.
- La visualización de múltiples trazos debe ser aplicado coherentemente (donde se diferencia las distintas variables muestreada).

Las características específicas que deben tener los datos y/o valores en las HMI de alto rendimiento son las siguientes, cabe resaltar que los valores numéricos deben ser de características diferentes que los textos.

- ✓ A diferencia de los textos, el formato de los valores numéricos deben ser en negrillas y con color azul oscuro, esto proporciona un buen contraste con el fondo gris de la ventana de gráficos.
- ✓ Los valores “Ceros” no pueden ser representado en pantalla, a excepción que sea un numero decimal (ej: 0.57,etc), la precisión del valor (decimales) mostrado debe ser como la necesitan los operadores del proceso.
- ✓ Es recomendable que los números decimales sean utilizados con puntos y no comas.
- ✓ Es importante colocar las unidades de medida a los valores mostrados en pantalla.
- ✓ Es una buena práctica utilizar cuadro de contorno cuando los valores son seleccionados, es decir, debe aparecer un cuadro de color blanco y mostrar el faceplate (indicadores analógicos) de la variable seleccionada (Figura 2.1.8).

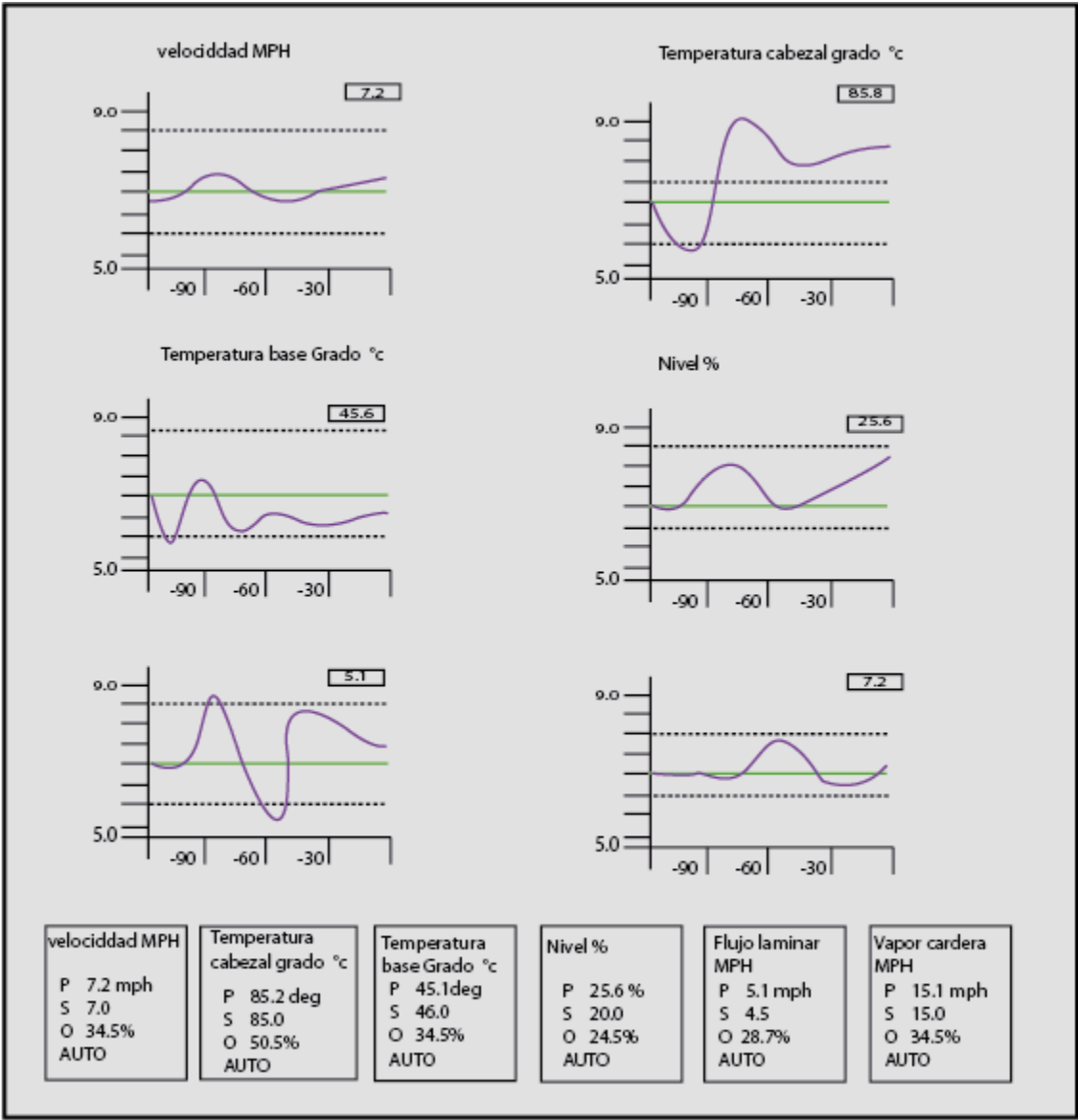


Figura 2-1-8: Buenas prácticas para representación de tendencias en una planta industrial.

(Fuente: Estructura de gráfico tomadas de “The high performance HMI handbook”).

2.4 Uso de colores.

El uso de los colores en las HMI a nivel industrial ha tenido gran importancia, a medida que ha transcurrido el tiempo el uso de estos se ha vuelto un tema muy complejo, sobre el cual reposan miles de artículos investigativos, que comprenden desde estudios ergonómicos hasta jerarquización de alarmas y elementos de los procesos.

Para las HMIs de alto rendimiento el uso de colores está controlado por razones muy específicas que tiene que ver con la coherencia y la atracción de los operadores, el uso adecuado de estos ayuda a realizar gráficos de fácil comprensión y de fácil utilización, el mal uso obstaculiza la capacidad de detectar rápidamente y con precisión la presencia de situaciones anormales.

2.4.1 Color de fondo

Estudios especializados han comprobado que el color correcto para el fondo de la pantalla debe ser de color gris claro, debido a que ofrece una mayor eficacia que solucionan los problemas de deslumbramiento, contrastes y la fatiga de los operadores. Para que el color de fondo de la ventana de gráficos haga buen efecto, el cuarto de control debe tener buena iluminación y la pantalla facilitar la lectura de documentos como si fuera en papel, en vez de mostrar los textos en líneas brillantes sobre fondos oscuros.

Para seleccionar la tonalidad de gris acorde al escenario real, se pueden hacer algunas pruebas físicas en la sala de control con diferentes tonos de gris y observar el contraste de dicho fondo con elementos de primer plano, en la siguiente figura (Figura 2.1.9) se muestra el contraste de 16 niveles típicos dentro de la escala de gris, en la que se utiliza el gris 3 (RGB 221, 221, 221) o gris 4 (RGB 192, 192, 192) como tonalidades típicas para el uso en fondos de ventanas de gráficos.

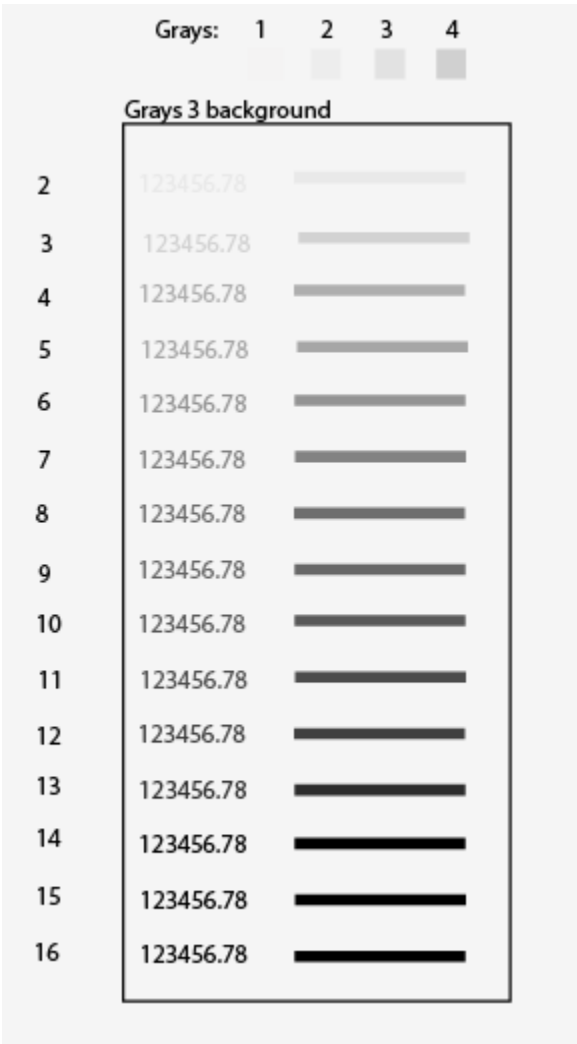


Figura 2-1-9: Muestra el contraste de 16 niveles típicos dentro de la escala de gris.

(Fuente: Imágenes tomadas de “The high performance HMI handbook”).

2.4.2 Elementos de primer plano.

Las líneas, tanques y equipos del proceso deben ser en gris oscuro (No 11 en adelante de la figura 2-1-9) o negros. Para destacar la importancia de algunos elementos se debe hacer por diferencia entre grosor o por tonalidad y no en color. El color no debe ser usado como indicador de materiales (ej: Blanco para indicar vapores, verde para indicar desmineralizante para agua, azul para estireno, etc), estudios en los últimos años ha demostrado que el buen uso de los colores mejora la concentración de los operadores y por ende la eficiencia y seguridad del proceso.

Una buena práctica es utilizar colores brillantes o colores intensos (saturados) para representar la ocurrencia de una situación anormal o de alarma. En situaciones normales la ventana de gráficos debe tener pocos colores y los colores utilizados deben estar rigurosamente estandarizados

2.5 Representación de líneas de proceso, tanques y equipos estáticos.

Las siguientes características son buenas prácticas para las HMI de alto rendimiento. Por lo que se recomienda tener en cuenta al momento de diseño.

2.5.1 Líneas de proceso

- ✓ Las líneas de proceso deben ser de color gris o negro.
- ✓ Los colores no son usados para establecer diferencias o jerarquías entre las líneas de proceso.
- ✓ Las líneas de proceso deben ir acompañada del indicador de dirección del flujo del proceso.
- ✓ Pueden ser mostradas entre 2 o 3 tipos de líneas (como las que se muestra en la Figura 2.2.7).
- ✓ El flujo en líneas horizontales debe ser representados de izquierda a derecha. Aplica si y solo si el flujo del proceso es Bidireccional.
- ✓ El flujo en líneas verticales debe ser representados de arriba hacia abajo si es para líquidos y de abajo hacia arriba si es para gases. Aplica si y solo si el flujo del proceso es Bidireccional.

2.5.2 Tanques y equipos de almacenamiento.

La tendencia en las HMIs modernas es que se utilicen los tanques en 3D, aunque estudios realizados demuestran que esto puede resultar contraproducente. Para definir y clasificar una HMI de alto rendimiento debe cumplir las siguientes características.

- ✓ Los tanques deben ser mostrados en 2D y no en 3D.
- ✓ El interior del tanque debe contener la misma intensidad de color que el fondo de la HMI.
- ✓ El tanque debe ser delineados de color gris oscuros o negro.
- ✓ El tamaño de la representación del tanque debe ser relativo con la importancia en el proceso o con el tamaño físico.
- ✓ El tanque no debe contener animaciones asociadas a condiciones interna de él.

En la Figura 2-2-10 se visualiza una ventana grafica en 2D Vs 3D, en ella se observa la clara diferencia entre las dos representaciones y las ventajas que tienen entre ellas, la desventaja que tiene la representación en 3D es que un mimico completo ocupa más espacio de almacenamiento que el 2D y para poder funcionar a las altas velocidades deseada en los procesos industriales se

necesita de hardware más robusto que los que se necesita para un gráfico en 2D. Adicional a esto, el tiempo que se gasta para el desarrollo de las HMI en 3D es mucho mayor.

Se debe representar gráficamente los límites de llenado y vacío de los tanques del proceso, de igual forma representar el nivel actual de estos, utilizando de una franja de dos colores (un color brillante para indicar el nivel de llenado y un color oscuro para indicar el nivel faltante del tanque), es una mala práctica utilizar el indicador de nivel como una franjas del mismo ancho del tanque, esto causa distracciones a los operadores y ocupa mucho espacio en la pantalla que puede ser utilizado para mostrar otro tipo de información tales como tendencias, porcentaje de llenado, Tag, etc, en los últimos años se ha vuelto una buena práctica mostrar en el interior de los tanques las tendencias en periodos de tiempos cortos (Ej: las últimas 2 Horas), esto es muy provechoso para aquellos proceso o empresas que realizan el despachos por inventario de producto.

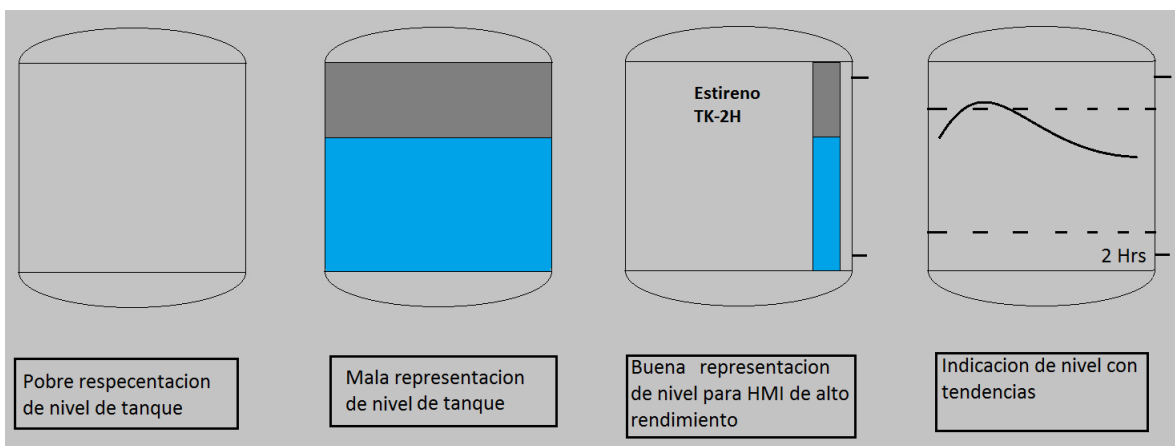


Figura 2-2-10: Ejemplo de buenas prácticas en representación de nivel de tanques.

2.6 Representación de textos

Los textos representados en las HMIs de alto rendimiento tienen las siguientes características.

- ✓ Los textos generalmente se deben colocar de color gris oscuro, no se debe usar negro o colores.
- ✓ Es recomendable usar textos largos y visibles para identificar la autenticidad de los equipos, cuando se tiene varios reactores, tanques, compresores, calderas, etc.
- ✓ Es importante utilizar algunas formulas o metodología para calcular el tamaño del texto basado en el tamaño de pantallas, ángulo de inclinación de pantallas, resolución en pixeles, etc. Según normas ANSI, para pantallas vistas a una distancia mayor a 24 pulgadas, se recomienda utilizar textos entre 2,8 a 4,1mm siendo 3,5mm el tamaño ideal de trabajo bajo dichas condiciones.

- ✓ A todos los operadores les gusta tener toda la información al frente de ellos, es necesario utilizar algunos gráficos típicos para minimizar la utilización de textos, un ejemplo claro de esto lo vemos en el caso del Sr. Acosta que se encuentra en la tabla 2.2.1.

2.7 Representación de alarmas.

Antes de presentar los métodos que son utilizados para mostrar las alarmas en una HMI, debemos familiarizarnos con el código de colores utilizado para establecer las prioridades e identificar las situaciones anormales de manera eficiente, rápida y clara. Las prioridades y colores utilizados para las alarmas son las siguientes:

- Prioridad 1: (Evento anormal Mas alto), Color Rojo.
- Prioridad 2: (2do. Evento anormal Mas alto), Color Amarillo.
- Prioridad 3: (3er. Evento anormal Mas alto), Color Naranja.
- Prioridad 4: (es reservada para diagnosticar alarmas), Color Violeta.

En las siguientes figuras se describen los métodos generales que se utilizan para indicar las alarmas, y se explican las ventajas y desventajas para cada una de ellas. Cualquiera de los métodos expuestos a continuación son considerados como prácticas aceptables para las HMI, pero solo uno es el recomendado para HMIs de alto rendimiento.

Método 1:



Figura 2-2-11A: Técnica de representación de alarmas (Método 1).

Ventajas:

- Se resaltan los valores y llama la atención mostrando el valor de la alarma.
- Para condiciones desconocidas, se genera un parpadeo en el cuadro de color que sombrea el valor y se debe asegurar los valores siempre sean visibles (se debe mostrar constantemente, sin parpadeo).

Desventaja:

- La combinación de colores puede resultar un problema, (por ejemplo entre el rojo de la alarma y el azul de los valores).
- La prioridad de las alarmas solo se muestra en colores y no es codificada de manera redundante, esto son problemas que tienen relación con dificultades visuales de los operadores (ceguera, daltonismo, etc).

Método 2:

Figura 2-2-11B: Técnica de representación de alarmas (Método 2).

Ventajas:

- Se resaltan los valores y llama la atención mostrando el valor de la alarma, este método tiene ventajas con relación al anterior, debido a que el área de color se redujo donde no se presenta el problema de la combinación de los colores.
- Para condiciones desconocidas, se genera un parpadeo en las líneas gruesas de color que encierra el valor y se debe asegurar los valores siempre visibles (se debe mostrar constantemente, sin parpadeo).

Desventaja:

- Con este método no es codificada de manera redundante, por tanto el problemas con relación a las dificultades visuales de los operadores no es solucionado.

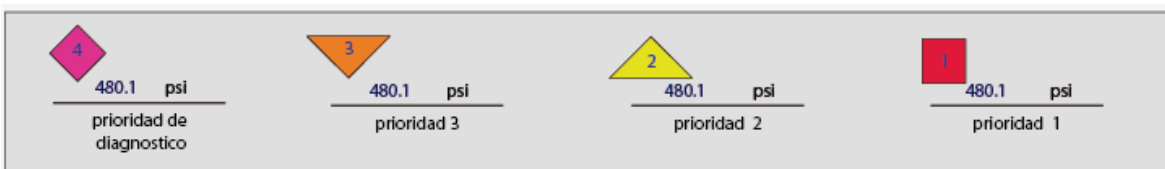
Método 3:

Figura 2-2-11C: Técnica de representación de alarmas (Método 3).

Ventajas:

- Se resaltan los valores y llama la atención mostrando el valor de la alarma con una adecuada visualización.
- Para condiciones desconocidas, se genera un parpadeo en los elementos que se encuentran al lado de los valores, que no afectan la visualización de los valores mostrados.
- Este método no posee el problema de combinación de colores.
- La ubicación del indicador es flexible, se puede colocar en cualquier lugar cerca del valor.
- La aparición de las alarmas es redundante con colores, formas y números.

Desventajas:

- Todos estos métodos mostrados hasta el momento tienen la siguiente desventaja operativa: los detalles de la alarma no son evidentes, para esto debe existir una herramienta donde el operador pueda ver con información más detallada acerca del origen de la alarma y poder determinar las acciones necesarias para contrarrestar dicha situación.

Método 4:**Figura 2-2-11D: Técnica de representación de alarmas (Método 4).**

El siguiente método parece el mejor de todos, debido a que utiliza un código de alarma para detectar rápidamente la procedencia de la situación anormal, pero este tipo ha presentado serios problemas.

Ventajas:

- Incluye las mismas ventajas del método #3.
- Incluye información adicional sobre el tipo de alarma activa.

Ej:

- Valores altos.
- Valores bajos.
- Rata de cambios positivos.
- Rata de cambios negativos.
- Valor real por encima del setpoint.
- Valor real por debajo del setpoint.
- Mal diagnostico de valores.
- Rango de valores.

Desventajas:

- En un típico sistema de control se pueden presentar muchos tipos de alarmas (esto hace parte del problema de gestión de alarmas) lo que genera una gran almacenamiento de información que necesita un espacio grande de almacenamiento, disminución de la velocidad y el rendimiento de los equipos actuales y la necesidad de utilizar un sistema con hardware mucho más robusto, y por supuesto, más costoso.
- Cuando un valor determinado genera más de una alarma, se haría muy complejo mostrar los códigos que generan dichas situaciones, el operador puede confundirse entre las alarmas y ejecutar otros procedimientos que no pueden ser la solución del problema.

Las HMI de alto rendimiento son diseñadas para minimizar el número de pulsaciones del teclado necesarias para identificar, verificar, evaluar y responder una alarma en menor tiempo posible.

Se debe identificar la procedencia de las fuentes de las alarmas, si la fuente se encuentra configurada fuera del DCS o sistema de control, esta debe ser introducida al sistema con el fin de que se puedan dar respuesta a dichas alarmas de manera eficiente y puedan ser registradas y monitoreadas por los operadores e ingenieros de planta. Como principio general de las alarmas, solo debe existir una alarma por cada situación anormal que se presenta. En los gráficos, se debe visualizar constantemente la etiqueta "tag" de las alarmas, la prioridad de la alarma y la confirmación o respuesta.

Todas las alarmas deben tener asociado un sonido característico para cada prioridad, aunque esto podría ser una dificultad si se tiene una sala de control con varias consolas, no se podría identificar que consola presentó una alarma si en todas ellas se tiene el mismo sonido característico para cada prioridad, los operadores tenderían a confundirse con la ubicación de esta lo cual puede generar pérdida de tiempo y no sería confiable esta actividad. Una solución para el problema anterior es utilizar una familia de sonidos por prioridad, también es posible el uso de luces, se puede utilizar para cada consola un juego de 3 a 4 luces pilotos con los colores de cada prioridad que se enciendan en el momento de evidenciar la presencia de una alarma determinada. La utilización de las luces podría ayudar a indicar la presencia y localización de una nueva alarmas.

Una guía para el uso efectivo de sonidos es el siguiente:

- El nivel del sonido debe ser fácil de detectar, pero no debe asustar ni perturbar la tranquilidad de los operadores, lo cual un rango de valores entre de 15 y 80 decibeles (dB) es un nivel sonoro adecuado para este fin, con esto se puede garantizar que los

operadores no esté expuestos a conseguir una enfermedad profesional de tipo auditiva. Un sonido que aumenta en el tono y en volumen puede ser muy eficaz, la mayoría de los DCS y centros de control actuales ya no están limitados a los sonidos intermitentes “Beep-beep” del hardware, en la actualidad se pueden utilizar cualquier archivo de sonidos que se puede guardar en un equipo.

- Se puede utilizar auriculares pequeños, inalámbricos como herramienta para evitar la emisión de los sonidos de las alarmas. Estos dispositivos deben ser sometidos a chequeos constantes para garantizar el funcionamiento de los equipos y así la seguridad de la planta.
- Debe existir la posibilidad de apagar la alarma de sonido (quedando como respaldo las alarmas gráficas) en momentos de alta ocurrencia de alarmas, esto también es posible para alarmas de baja prioridad, luego de unos minutos debe ser restablecido las alarmas sonoras.

Con el desarrollo de los anteriores principios se puede llegar a prácticas adecuadas para la gestión de alarmas y se consideran buenas prácticas porque mejora el significado y la eficacia de las alarmas, sin embargo, si un sistema genera de más de 500 alarmas por día, el sonido se convierte en una molestia para los operadores.

2.8 Representación de válvulas de control y cierre.

A nivel industrial, existen muchas representaciones de válvulas de control y cierre, junto con ella se utilizan demasiada información que está llenando el poco espacio que tiene disponible las HMI, esto lo convierte en una HMI pobre o de bajo rendimiento. Para que una HMI sea catalogada de alto rendimiento no se debe utilizar escalas pequeñas para mostrar porcentajes de salida, sombras en las variables o colores según el estado de las válvulas. En la Figura 2.2.11-A muestra representaciones típicas de las válvulas de control, en la Figura 2.2.11-B se muestra algunos ejemplos de cómo debe ser representado los datos de porcentaje de apertura de las válvulas de control o de cierre y la representación de los controladores con múltiples válvulas.

Cabe resaltar que las líneas entre los instrumentos y los controladores deben ser punteados para diferenciarlas con las líneas de proceso, que haga contraste con el fondo gris de las HMIs. Se recomienda que se utilicen líneas delgadas y punteadas de color negro.

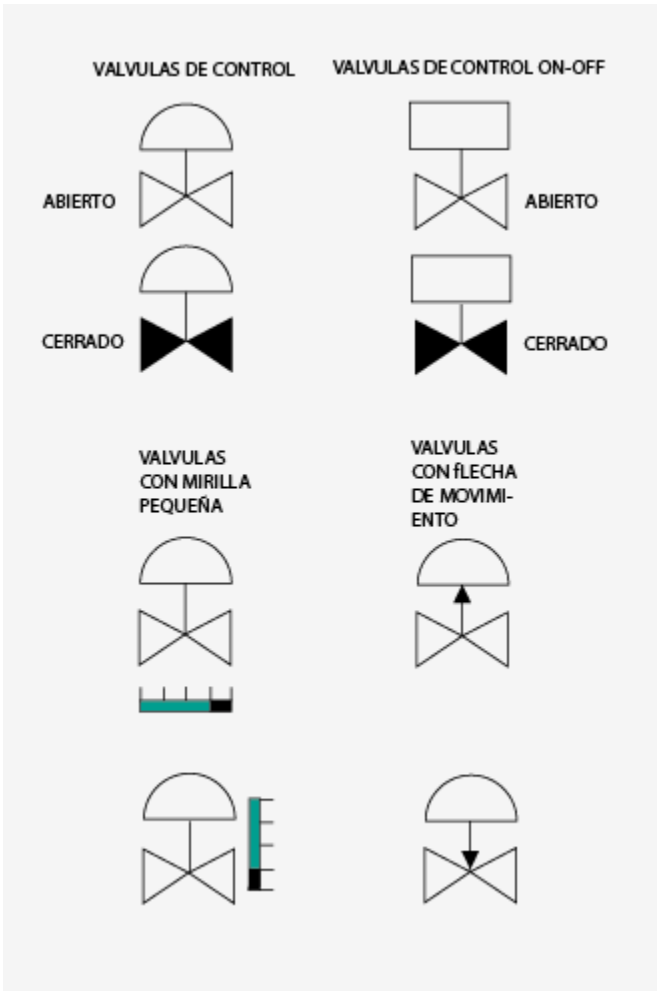


Figura 2-2-12-A: Representaciones típicas de las válvulas de control

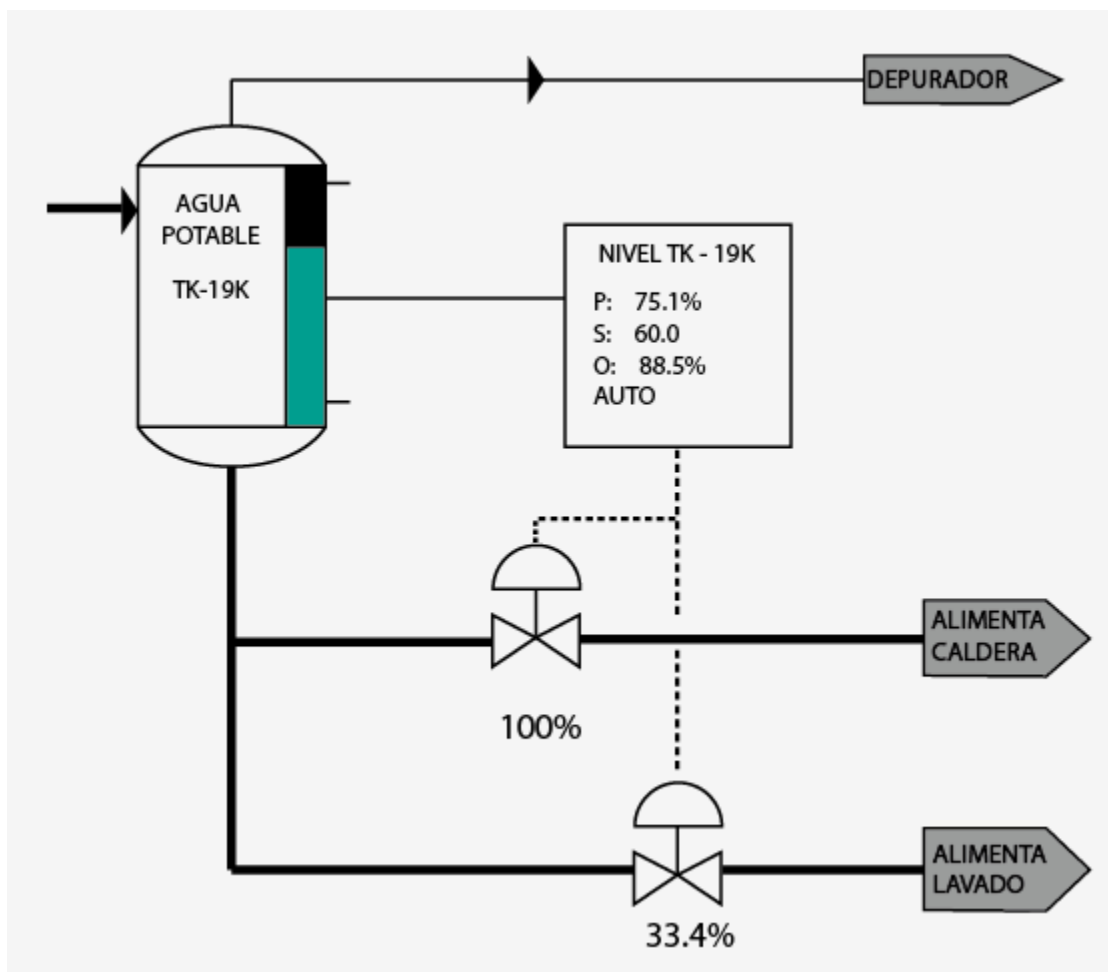


Figura 2-2-12-B: ejemplos representación de porcentaje de apertura de las válvulas de control o de cierre y la representación de los controladores con múltiples válvulas.

(Fuente: Imágenes tomadas de "The high performance HMI handbook").

CAPITULO 3.

Herramienta para la evaluación del rendimiento de las HMIs.

3. Herramienta para la evaluación del rendimiento de las HMIs.

En el siguiente capítulo se podrá observar la explicación de la herramienta de evaluación para HMIs de alto rendimiento, la estructura fundamental de esta, fue tomada del [1] y fue adaptada y ajustada a español, dándole un énfasis para la optima evaluación de las HMI diseñada en los procesos industriales.

Esta evaluación de desempeño de las HMI incluye medidas cualitativas que servirán de mucha ayuda tanto al operador como a los ingenieros, debido a que adaptan preguntas que refleja el tipo, el estado de operación, condiciones y políticas de seguridad de la información, procedimientos y acciones en situaciones anormales, alarmas, procedimientos técnicos del proceso, etc. Esta evaluación consta de seis partes de las cuales se basa el diseño de las HMI, lo que permite que esta herramienta se pueda utilizar tanto en la evaluación de HMI viejas o existentes, como en HMI nuevas en etapa de diseño.

Se debe aclarar que existen tres principios básicos para el desarrollo de una HMI de alto rendimiento que tienen como objetivo fundamental mitigar los errores y optimizar las herramientas y elementos que conforman la HMI, Los tres principios básicos son los siguientes.

1. Claridad.

- Los gráficos deben ser entendibles y los mensajes deben facilitar la lectura.
- Se debe ver claramente el estado y las condiciones del proceso.
- Los elementos utilizados para la manipulación del proceso deben ser claramente distinguible.
- Las HMI deben contener solo información importante, que permita determinar el estado del proceso.
- Las alarmas e indicadores de situaciones anormales deben ser claros, resaltados y distinguibles.
- Se describe el estado del proceso y los valores mostrados se presentan en el contexto de la información y no como simples números en las pantallas.
- Posee tendencias que tienen asociado información importante e indicadores de rendimiento claves, para la evaluación del estado de la planta y la calidad del producto.
- El fondo de pantalla gris es muy usado para minimizar la fatiga visual, generalmente con esto se puede bajar el contraste entre los elementos, letras, tipografías, etc.
- Los equipos son mostrados en 2D con el fin de hacer un buen contraste con el fondo de la pantalla, las figuras en 3D, se utiliza con colores brillantes y con sobras para representar tanques, cilindros o elementos de almacenamiento de líquidos, aunque esta última no es considerado como una estrategia para HMIs de alto rendimiento.
- Las líneas de proceso son utilizadas en escala gris y posee líneas ligeramente más gruesas para identificar las líneas principales del proceso.
- La representación gráfica del proceso se encuentra acorde al modelo mental del operador, donde él puede observar la distribución física de los elementos.

2. Coherencia.

- Las funciones gráficas deben ser estandarizados, sencillos y que utilice funciones de ayuda para la manipulación de las HMI.
- La HMI debe establecer un manejo lógico acorde al modelo mental de los operadores del proceso y un desarrollo orientado a las buenas prácticas.
- Es bien limitado el uso de colores para elementos. Los colores para las alarmas son utilizados solo en el panel de alarmas gráfico, generalmente se utilizar el color amarillo para las alarmas, nunca debe ser utilizada para textos, líneas, bordes u otros elementos relativos diferentes a estas.
- El método de navegación utilizado debe ser lógico y consistente, utilizando jerarquías para la exposición de los detalles del proceso.
- Los elementos mostrados en las ventanas de gráficos se pueden identificar claramente y se encuentran acorde al código de colores.

3. Retroalimentación

- El diseño de las HMI debe minimizar la fatiga del usuario.
- Las acciones importantes del proceso deben tener mecanismos de confirmación para evitar activaciones inadvertidas.
- Los elementos gráficos y objetos de control deben ser desarrollados de acuerdo a al funcionamiento del proceso y a los estándares y normas existentes.
- Para la navegación entre las diferentes ventanas, el operador requiere de un mínimo de acciones del teclado.
- Se utilizan técnicas para minimizar la posibilidad de ocurrencia de un error por parte del operador y se proporcionan medidas de validación y seguridad de la información.

Debido a que el uso general de las HMI se basa en la supervisión y control de procesos, el objetivo de esto es proveer al operador información clara, segura y confortable para minimizar la ocurrencia de errores en un proceso determinado.

3.1 Evaluación de factores gráficos generales.

En esta sección se evaluará los principales factores gráficos que debería tener una HMI de alto rendimiento.

Las siguientes preguntas son de tipo general y pueden ser modificados y adaptados a cualquier situación en particular. Además con esto, usted podrá inspeccionar por medio de una serie de preguntas cualitativas y funcionales el rendimiento de su HMI y el estado de desarrollo.

La respuesta que valida el buen rendimiento de las dos primeras partes de esta evaluación debe ser afirmativa.

Herramienta de evaluación de HMI.				
		Respuestas		
1.	Factores gráficos generales.	SI	NO	No Aplica
1.1	Existe una ventana de visualización general que resume los factores claves de la operación completa del proceso?			

Para tener una mayor claridad de las condiciones y el estado actual del las variables del proceso, se debe contar con una ventana de resumen de factores claves del proceso, estos serán de mucha ayuda para la toma de decisiones, poder observar la procedencia de alarmas o situaciones anormales.

1.2	Para cualquier cambio de estado de una variable programada en la HMI se le observa una variación en la representación grafica de la misma?			
-----	--	--	--	--

Es importante que los gráficos del proceso sean tangibles, claros y consistentes con las condiciones y estructura de los procesos representados, para esto de vital importancia el uso de luces, sonidos, gráficos especiales, animaciones, colores, para representar un cabio de estado, una condición de alarma, variables en un rango determinado, etc.

1.3	Los gráficos visualizados permiten al operador diferenciar entre los productos fabricados, materias primas utilizadas y velocidades de funcionamiento del proceso?			
-----	--	--	--	--

Cuando una empresa utiliza diferentes materias primas, procesan diferentes productos o someten a diferentes velocidades las maquinas electromecánicas, es recomendable utilizar distintivos (ya

sea colores, etiquetas, textos, números) en tanques, elementos del proceso, bombas, etc., por ejemplo: en una empresa donde se almacena productos petroquímicos, tales como etanol, estireno, Aceite de palma, etc., la estructura de funcionamiento es el mismo, el mímico en la HMI son semejantes, para identificar cual es el proceso que se está representando, se debe tener elementos que identifique el proceso independientemente del nombre que se le coloque a la ventana de gráficos, es decir, debería existir elementos que conforma este subproceso etiquetado, referenciado, representado con características propias del proceso representado colores, tags, textos, números, etc.

1.4	Se encuentra resumidos en ventanas independientes todos las variables análogas de cada subsistema?			
-----	--	--	--	--

Poder visualizar las variables del proceso en tiempo real es una de las grandes ventajas de utilizar las HMI en los procesos industriales, esta brinda una cantidad de información que suele ser necesaria para tomar una acción determinada observando las condiciones de los elementos y variables del proceso que se está representando, para facilitar la toma de decisiones es recomendable utilizar una ventana exclusiva para mostrar los valores numéricos de las variables analógicas, por ejemplo: si se desea mantener una presión de aire en una línea de proceso, es factible que se necesite de un conjunto de compresores para lograr tal fin, y para poder encender el compresor, la presión de la línea debe ser menor a la presión deseada, antes de encender el compresor, se debe tener en cuenta varias variables como nivel de aceite, presión de aceite, flujo, corriente de consumo, etc. Para hacer esa inspección grafica se necesita observar dos o más gráficos y poder tomar la decisión más adecuada para este. Sería mucho más sencillo y fácil si se tuviere en una ventana se resumiera dichos variables, esto es una buena práctica de diseño de las HMI de alto rendimiento.

1.5	Se encuentra resumidos en ventanas independientes todos los indicadores análogos de cada subsistema?			
-----	--	--	--	--

Para tener un control de las condiciones operativas de subsistema, es recomendable utilizar ventanas de resumen los indicadores análogos, esto facilita la lectura y el procesamiento de cada variable, con ella se puede definir de manera más fácil y rápida las condiciones actuales de cada variable del proceso, para este puede observar el ejemplo propuesto con la ayuda de las figuras 2-1-4-B.

1.6	Se encuentra resumidos en ventanas independientes todas las alarmas de cada subsistema?			
-----	---	--	--	--

Al igual de los dos puntos anteriores, es recomendable utilizar una ventana donde se presenten todas las alarmas ocurridas en el sistema y que se pueda llevar un registro del numero de ocurrencia, hora de siniestro y acción tomada después de la presencia de ella. Con esto se puede definir si existe una alarma mal diseñada (Que aparece en condiciones normales del proceso o que pertenece a otro nivel de prioridad).

1.7	Se puede identificar claramente los interlocks determinando el estado, las causas y las acciones necesarias para evitar el bloqueo?. A partir de esta información el operador puede determinar las acciones necesarias para eliminar el bloqueo o interlock?			
-----	--	--	--	--

Sabiendo que un interlocks, es un mecanismo de seguridad que sirve para coordinar las actividades de 2 o más dispositivos y prevenir que 1 dispositivo interfiera con el otro, es importante mostrar que un elemento está siendo bloqueado por otros, para esto se utilizan controladores y alarmas que informan sobre la presencia de un bloqueo, al igual que representaciones gráficas que define e informa cual es el dispositivo que está causando dicho bloqueo.

1.8	La HMI utiliza animaciones para indicar la presencia de situaciones anormales? (Estas animaciones son diferentes a las utilizadas en los agitadores, bombas de rotación, bandas transportadoras, salpicaduras de líquidos y rociadores, entre otros elementos animados).			
-----	--	--	--	--

Estudios realizados por expertos han dado como resultados positivos y de alto rendimiento el uso de animaciones en las HMI, debido a que esto llama mucho la atención a los operadores, lo cual, se convierte en una herramienta importante para representar la presencia de situaciones anormales, independientemente de la representación de agitadores, bombas de rotación, bandas transportadoras, salpicaduras de líquidos y rociadores, entre otros.

1.9	Las codificación de colores de alarmas son designada por prioridad?			
-----	---	--	--	--

A nivel industrial es indispensable la utilización de colores para identificar líneas de servicios, proceso, y elementos fundamentales de dicho sistema, de igual forma se utiliza para la aparición y representación de alarmas, para esto se puede visualizar el capítulo 2.6, que habla sobre las representaciones de las alarmas, las ventajas y desventajas que tienen cada representación propuesta en este documento. Cabe resalta que no se pueden utilizar los mismos colores de las alarmas para los elementos del proceso.

1.10	La codificación de colores de alarmas son utilizado exclusivamente para esta actividad y no para otros elementos gráficos del proceso?			
------	--	--	--	--

Los colores y las formas representan comandos determinados dentro de una HMI, es decir, existe una simbología definida por organismos y sociedades internacionales tales como ISA, IEC y en especial, normas como ISA 5.1 o IEC 61082. Por normativa de ISA, se estipulan colores que establece la prioridad de la alarma. Esta se encuentra dividida de la siguiente manera:

- Prioridad 1: (Evento anormal Mas alto), Color Rojo.
- Prioridad 2: (2do. Evento anormal Mas alto), Color Amarillo.
- Prioridad 3: (3er. Evento anormal Mas alto), Color Naranja.
- Prioridad 4: (es reservada para diagnosticar alarmas), Color Violeta.

Donde única y exclusivamente se debe utilizar estos colores para alarmas y no para dale color a otros elementos del proceso.

1.11	Los tanques y equipos de proceso son representados simplemente en dibujos 2D, sin colores brillantes o sombreado en 3D? (la forma del sombreado o los detalles gráficos no deben representar cambios en las condiciones internas del equipo)			
------	--	--	--	--

En la actualidad existe una tendencia hacia el uso de las representaciones de los procesos en 3D, estudios han demostrado que los operadores se desconcentran fácilmente, lo cual, organismos internacionales han catalogado el uso de figuras en 3D como inadecuado, o una mala práctica en las HMI, sin embargo, para esto se exige que los elementos en 3D no sean de colores brillantes y que tengan sombras para dar la apariencia en 3D, por otro lado, las figuras y elementos en 2D, debe ser representado en líneas y rellenos de colores adecuado que haga contraste con el fondo

de la pantalla. Para ambos casos, los colores, el tipo de líneas utilizadas, las sombras y tamaño no debe representar variación en las condiciones internas y externas de los equipos.

1.12	Las gráficas de tuberías de proceso se encuentra representada acorde con el código de colores de la planta?			
------	---	--	--	--

Las tuberías de las HMI deben ser representadas de acuerdo al color que corresponda, por ejemplo, en plantas industriales de Cartagena utilizan el color gris para representar las líneas de proceso, mientras que las de colores representan líneas de servicios, como por ejemplo: Azul – Agua potable, Amarillo – Nitrogeno, Rojo – Tuberías contra incendios, etc. Recuerda que el color amarillo no puede ser representado como línea de nitrigeno en las HMI, debido a que este color pertenece a una de las prioridades de las alarmas, para esto es indispensable utilizar textos para identificar las líneas de nitrógeno, en el caso de las líneas contra incendios generalmente no son representada en las HMI a no ser que estas líneas hagan parte fundamental del proceso.

1.13	Las unidades de medida siempre se muestran (ej: psig, gpm, etc.) y aparecen como siglas constantes, en letras pequeñas y de bajo contraste?			
------	---	--	--	--

Cuando se representan solo datos en una HMI, puede generar confusión si no están acompañadas de las unidades de medida o de tag que hagan referencia a la variable medida, Simples valores no pueden ser mostrados en las HMI, para esto se debe mostrar el valor con su respectivas unidades, estas deben ser de un color tal, que haga buen contraste con el fondo de la pantalla, en la catalogación de las HMI de alto rendimiento, estas siglas deben ser en negrillas negras cuando se utilizan fondos de color gris claro.

1.14	Los niveles analógicos de líquido en tanques y recipientes son mostrados en franjas estrechas de colores opacos y no en franjas de colores brillantes del mismo ancho del tanque o recipientes?			
------	---	--	--	--

En muchas representaciones de tanques, los niveles son representados en franjas de que contrastan entre azul y negro, siendo esta una buena práctica, pero sí y solo si, es bien utilizando, por ejemplo: si se utilizan las franjas de nivel del mismo ancho del tanque, esto puede presentar confusión, debido a que con esta representación no le podrías colocar el tag del tanque, ni mucho

menos información, utilizar la representación del tanque solo sería una mala práctica, debido a que este no proporciona información que puede resultar importante a la hora de tomar decisiones, se puede utilizar franjas pequeñas o tendencias dentro del cuerpo del tanque para hacer una mayor representación y mayor optimización en el procesamiento de los datos, un ejemplo de esto se puede observar en la figura 2-2-11.

1.15	Existen tendencias que registran los valores importantes del proceso, de tal manera que no sería necesario configurar las tendencias en la marcha?			
------	--	--	--	--

Todos los sistemas de control deben tener un módulo donde se registre las variables importantes del proceso tales como consumo de energías, tiempos de operación, consumo de materia prima, temperatura del proceso, calidad de producto, cantidad de producto producido, etc. Este con el fin de determinar la eficiencia y eficacia del proceso, observar el comportamiento y tomar decisiones preventivas y predictivas en cuanto a mantenimientos, operación de principales equipos del proceso. Esto hace parte fundamental del ciclo PHVA de todas las empresas.

1.16	En procesos unidireccionales, el flujo es representado con flechas que van de izquierda a derecha?			
------	--	--	--	--

La lógica de los procesos debe ser indicada de forma gradual y lógica, la cual, se debe representar las líneas de flujo horizontal de izquierda a derecha en procesos unidireccionales, ejemplo: esto solo aplica para procesos donde se utilice el flujo en una sola dirección, esta consigna no puede ser aplicada para aquellos procesos donde la misma tubería sirve para succionar y para descargar producto de un punto a otro.

1.17	En procesos unidireccionales, el flujo de líquidos es representado con flechas que van de arriba hacia abajo?			
------	---	--	--	--

Este punto es muy similar al punto anterior, solo que la representación del flujo vertical de líquidos se debe hacer de arriba hacia abajo.

1.18	En procesos unidireccionales, los flujos gases son representado con flechas que van de abajo hacia arriba?			
------	--	--	--	--

Este punto es muy similar a los dos punto anteriores, solo que la representación del flujo vertical de gases se debe hacer de abajo hacia arriba.

1.19	Los gráficos tienen fondo gris para minimizar el deslumbramiento? (Las salas de control deben estar iluminadas como indica la norma técnica de iluminación entre 350 – 500Lux)			
------	---	--	--	--

Estudios especializados han comprobado que el color correcto para el fondo de la pantalla debe ser de color gris claro, debido a que ofrece una mayor eficacia que solucionan los problemas de deslumbramiento, contrastes y la fatiga de los operadores. Para que el color de fondo de la ventana de gráficos haga buen efecto, el cuarto de control debe tener buena iluminación y la pantalla facilitar la lectura de documentos como si fuera en papel, en vez de mostrar los textos en líneas brillantes sobre fondos oscuros. Para seleccionar la tonalidad de gris acorde al escenario real, se pueden hacer algunas pruebas físicas en la sala de control con diferentes tonos de gris y observar el contraste de dicho fondo con elementos de primer plano.

1.20	Los gráficos muestran las líneas de proceso en escala de gris, con la líneas principales de proceso un poco más gruesa que las menos principales?			
------	---	--	--	--

Las líneas de proceso deben cumplir las siguientes características:

- ✓ Las líneas de proceso deben ser de color gris o negro con el fin de hacer buen contraste con el fondo gris de la HMI.
- ✓ Los colores no son usados para establecer diferencias o jerarquías entre las líneas de proceso.
- ✓ Las líneas de proceso deben ir acompañada del indicador de dirección del flujo del proceso.
- ✓ Pueden ser mostradas entre 2 o 3 tipos de líneas (de las que se muestra en la Figura 2.2.7).

1.21	Se encuentran detectores ambientales de gases inflamables y/o tóxicos que muestran la dirección del viento, la posición geográfica donde se encuentra y la velocidad del viento? (Esto para determinar los riesgos y establecer el punto de encuentro en presencia de escapes de gases).			
------	--	--	--	--

En las empresas industriales donde existe un gran riesgo de escape de gases tóxicos a la atmósfera deben cumplir con la presencia de detectores de gases muy cerca de las potenciales fuentes de dicho escape y estos elementos deben señalar la dirección del viento. Representar estos datos en las HMI suele ser una herramienta súper importante para la seguridad de los trabajadores de una planta, debido a que si se presenta una situación anormal de esta especie, el operador puede comunicarse rápidamente con el personal del área de seguridad y poder evacuar a las personas ubicándolos en una posición segura, donde no sean alcanzados por la nube de gas tóxico.

1.22	La ventana de gráfico (mímico) del proceso es claro y coincide con el modelo mental de los operadores del proceso?			
------	--	--	--	--

La representación gráfica del proceso debe ser coherente, y debe estar ajustada al modelo mental de la operación del proceso, esto no puede ser una copia del P&ID, pero este último será de mucha ayuda para el levantamiento de información y diseño de las HMI de alto rendimiento.

1.23	Se utilizan las técnicas para reducir la posibilidad de errores por parte de los operadores en el ingreso de datos, en accionamiento involuntario (trip) y para proporcionar medidas de validación y de seguridad?			
------	--	--	--	--

Todos los seres humanos están propensos a cometer errores involuntarios y mucho más cuando estamos sometidos a condiciones adversas como tiempo, producción, condiciones climáticas, estrés laboral, etc. Este conjunto de escenarios pueden generar un sin número de situaciones no deseadas por los operadores, lo cual es indispensable utilizar herramientas de validación de información, tales como mensajes de validación de acciones donde el operador tenga que utilizar

herramientas como el teclado o mouse para validar una orden dada, o solo se necesite de una autorización por voz o huella, etc.

1.24	Son utilizados los indicadores tipos analógicos para mostrar el estado del proceso, complementando las prácticas comunes como colocar simplemente los números en una pantalla?			
------	--	--	--	--

Este interrogante está muy relacionada con la pregunta 1.5, solo que este es un poco mas general y hace referencia al proceso completo.

3.2 Evaluación de factores de navegación.

En esta segunda parte de la evaluación se logra valorar los factores claves para la navegación dentro de un HMI de alto rendimiento, para ello se postularon las siguientes preguntas:

		Respuestas	
2.	Factores de Navegación.	SI	NO
2.1	Es posible desplazarse entre las diferentes pantallas, en menos de 5 segundos, con solo tres botones del teclado o con el ratón (Mouse)? Es importante que la navegación sea lógica y sencilla.		

La navegación en las HMI de alto rendimiento debe ser breve y sencilla, los operadores necesita ayuda del teclado para poder navegar ente las diferentes pantallas, adicional a esto debe existir una ventana donde se puede encontrar de manera resumida todas las ventanas disponibles en la HMI.

2.2	Los gráficos esta elaborados de tal manera que muestran los detalles de forma lógica?		
-----	---	--	--

Igual que en el punto anterior, la manera como se muestran los detalles, subsistema deben ser de forma lógica para un mayor entendimiento del proceso completo. Por ejemplo: Si se trata de una HMI que representa el proceso de generación de energía, se debe presenta como gráfico general la tubería de entrada de gas natural, quemadores, caldera, válvulas, turbinas, si el operador desea ver mucho más detalle el comportamiento de un subsistema, este debe seleccionar por ejemplo, las turbinas, y en esta ventana que se despliega, se debería mostrar las turbinas con la entrada de

vapor sobresaturado, el flujo de vapor, presión de entrada, presión de salida, la velocidad actual de la turbina, cantidad de energía mecánica producidas, etc.

2.3	Se le da el uso adecuado y lógico a las asignaciones de los botones cumpliendo con la norma ISA-5.5-1985, sección 3.1.2?		
-----	--	--	--

En esta norma modela las características de las representaciones de los botones que conforman las HMI.

3.3 Evaluación de factores de estaciones de trabajo.

En la sección 3 de la evaluación de alto rendimiento de las HMI, se evalúa los factores claves para las estaciones de trabajo, teniendo en cuenta algunos factores de ergonomía, para esta sección el operador debe colocar un respuesta clara y breve de lo que se pide, estos son puntos fundamentales para el diseño debido a que un operador cómodo, es un operador seguro.

3.	Factores de estaciones de trabajo.	Respuestas
3.1	El operador tiene entre cuatro y seis pantalla en el DCS, y una de ellas es utilizada especialmente para observar los resumen de la operación del proceso? si hay menos, justificar por qué no es necesario. Si hay más, justificar por qué es necesario las demás.	

Estudios de ergonomía en los ambientes industriales han demostrados que para la operación de una planta, el operador debe tener mínimo cuatro pantallas disponible para tal fin. Una de ellas debe ser destinada exclusivamente para las tendencias, otra para observar los resúmenes de variables, indicadores del proceso y como mínimo dos para la operación.

3.2	El operador tiene un PC corporativo con acceso a la intranet para observar los procedimientos, solicitudes de trabajo, etc.? (Este PC debe ser diferente al que se encuentra el software supervisorio).	
-----	---	--

Adicional al punto anterior, el operador debe tener acceso a un computador independiente a los disponibles en el sistema de supervisión, ese computador debe ser de propósito general, debe

tener acceso a la intranet para visualizar los procedimientos, solicitudes de trabajo, ordenes de servicios, correos internos, es indispensable limitar el uso de este solo a actividades institucionales, debido a que los operadores pueden perder concentración entrando a los portales de ocio, juegos, etc.

3.3	Si la visibilidad física de una pantalla se pierde, la información que contiene se puede mostrar en la pantalla de otra estación de trabajo sin problemas o se puede acceder de manera remota y segura?	
-----	---	--

Los sistemas de control a nivel industrial deberían ser redundante y mas cuando el proceso puede atentar con la seguridad de los trabajadores de la planta y la sociedad, este punto en particular, se refiere a que las pantallas son redundantes, que si existe otros dispositivos en otro lugar de la planta donde se puede hacer la operación de la planta en caso de algún fallo en los equipos principales del cuarto de control.

3.4 Evaluación de factores de cuartos de control y prácticas de trabajo.

En esta cuarta parte de la evaluación se logra valorar los factores claves para los cuartos de control y se llega a determinar las buenas prácticas de trabajo, para ello se postularon las siguientes preguntas:

4.	Factores de cuartos de control y prácticas de trabajo.	Respuestas
4.1	Existe una estación de trabajo especialmente para los ingenieros y el uso de mantenimiento?, esto es debido a que el espacio de trabajo de los operadores no tiene que ser compartida.	

Con el fin de no interferir con la operación normal de la planta, los ingenieros deben tener una estación de trabajo independiente a la de los operadores de la planta, adicional a esto, deben existir niveles de seguridad en los ingenieros tengan acceso a modulos de creación, modificación de las HMI, mientras que los operadores solo tendrán acceso a visualización de las ventanas de operación.

4.2	Los niveles de iluminación son adecuados a toda hora, no se tiene ningún problema de deslumbramiento?	
-----	---	--

A nivel industrial se construyen cuartos de control especiales, que son capaces de aislar el sonido, luz, gases y otros factores que pone en riesgo la vida de los operadores que se encuentren al interior de estos, lo que se debe limitar el uso de ventanas y puertas convencionales, por lo cual se necesita de luz artificial para la iluminación interna del recinto, esta debe irradiar entre 300 y 500 lux, en la jornada normal de trabajo, un problema de deslumbramiento, puede causar fatigas y enfermedades profesionales.

4.3	La sala de control se mantiene libre de distracciones y de personal no autorizado y tampoco es utilizada como lugar de reunión?	
-----	---	--

Como premisa de todas las empresas a nivel industrial, los cuartos de control debe ser restringido solo para personal autorizado, debido a que el ingreso de personal público se convierte en una potencial fuente de distracción de los operadores, al igual, no es un lugar para hacer celebraciones ni reuniones diferentes al ejercicio de operar la planta.

4.4	Se utiliza como política que en situaciones anormales el personal público no se debe encontrar alrededor de las consolas de operadores?	
-----	---	--

Igual que en el punto anterior, no se debe permitir el ingreso de personal publico a las salas de control y mucho menos en la presencia de condiciones anormales, debido a que este personal puede generar pánico dentro de las instalaciones, originando un problema mucho mas grande que el generado por la condición anormal.

4.5	Existe cocina/comedor en el área del cuarto de control que le permita a los operadores tener a la vista las consolas de operación?	
-----	--	--

Para una mayor comodidad y facilidad de movilización, los operadores deben tener una concina/comedor, baños y espacio de recesos cerca al área de trabajo, donde el operador no pierda la visibilidad de las pantallas y pueda escuchar las señales sonoras de las alarmas.

4.6	Existen documentos para cambios de procedimientos que especifiquen los ítems y situaciones que cubre dicho cambio?	
-----	--	--

Los procedimientos de gestión, mantenimiento y operación de las HMI, son muy populares en las empresas industriales, debido a que este proceso hace parte de su certificación en calidad, para una mayor gestión y control de documento, los procedimientos de mantenimiento y operación de las HMI deben tener una sección donde se estipulen los cambios que se le hace a los procedimiento, mencionando el motivo y la fecha de cambio.

4.7	En las salas de control multi-consola, multi-operador, los operadores se encuentran colocados junto a los otros operadores con el objetivo de tener una mejor comunicación?	
-----	---	--

En empresas grandes, donde la operación se debe hacer entre dos o más grupos de operadores y se necesite colocar un sistema de multiconsolas, los operadores deben estar colocados en el mismo recinto, debido a que es la forma más eficiente y más rápida de comunicarse, estas consolas deben estar de frente o a lado de la otra, donde los operadores queden de espalda entre ellos.

4.8	Existen copias de respaldo fuera del sitio de los archivos generales que contenga y expliquen todos los elementos HMI (hardware y software)? (con el fin de establecer procedimientos de seguridad de la información contenida dentro de los sistemas supervisorios, y minimizar el tiempo de configuración y programación del DCS).	
-----	--	--

Tal como en el punto 4.6, los procedimiento son importantes para la operación de una planta, para ello, debe existir procedimiento específico que trate la configuración, la operación y los mantenimiento de las HMI, dentro del cuarto de control, al igual que debe existir una copia de

respaldo en un lugar fuera de este recinto, en muchas plantas industriales de Cartagena, utilizan los procedimientos de trabajo en la intranet de la empresa, lo que esta se convierte en una buena práctica para el manejo de procedimientos y documentos necesarios para la operación de la planta.

3.5 Evaluación de factores de administración de alarmas.

La sección 5 de esta evaluación, es una de las más importantes, debido a que en la gestión de avisos de situaciones anormales esta la eficiencia, rendimiento, seguridad de todo el proceso, adicional a esto el estudio de alarmas es un tema mucho más profundo al tomado en este documento, pero son principios básicos para estos.

5.	Factores de administración de alarmas.	Respuestas
5.1	Las alarmas son configuradas por cada situación específica y la acciones del operador para controlar estas son conocidas?	

Las alarmas mostradas en las HMI deben ser producto de una y exclusivamente una situación anormal, nunca una situación anormal debe generar más de una alarmas en el sistema, los operadores deben estar entrenados en el manejo de alarmas tal que ellos conozcan la acción necesaria para controlar cualquier situación anormal que se presente.

5.2	Todas las alarmas ocurren solo cuando ocurre una situación anormal? (la alarmas nunca deben ser activadas para situaciones esperadas dentro de la operación normal del proceso)	
-----	---	--

Igual que lo expuesto en el punto anterior, las alarmas mostradas en las HMI deben ser producto de una y exclusivamente una situación anormal, por lo cual, una alarma no puede ser causada por condiciones normales de operación, con esto se podría perder la importancia que tienen las alarma en la gestión de un proceso industrial.

5.3	El sistema de alarmas está disponible para dar aviso a diversas indicaciones de los estados (status)?	
-----	---	--

Como habíamos visto antes, las alarmas deben cumplir un protocolo para su visualización, deben estar organizadas por prioridad y en ese mismo orden debe ser mostrada a los operadores. El sistema de alarma debe proporcionar herramientas de gestión y visualización de históricos y procedencia de ella, hora de ocurrencia y número de veces en que se ha presentado en un rango de tiempo determinado.

5.4	Son configuradas las prioridades de las alarmas de manera significativa y consistente?	
-----	--	--

Los colores y las formas, representan comandos determinados dentro de una HMI, es decir, existe una simbología definida por organismos y sociedades internacionales tales como ISA, IEC y normas como ISA 5.1 o IEC 61082. Por normativa ISA, se estipulan colores que establece la prioridad de la alarma. Esta se encuentra dividida de la siguiente manera:

- Prioridad 1: (Evento anormal Mas alto), Color Rojo.
- Prioridad 2: (2do. Evento anormal Mas alto), Color Amarillo.
- Prioridad 3: (3er. Evento anormal Mas alto), Color Naranja.
- Prioridad 4: (es reservada para diagnosticar alarmas), Color Violeta.

Donde única y exclusivamente se debe utilizar estos colores para alarmas y no para dale color a otros elementos del proceso.

5.5	Todas las alarmas son únicas? (ya que la misma situación no debe generar múltiples alarmas).	
-----	--	--

En una operación normal en una planta industrial, se pueden presentar la aparición de dos o más alarmas proveniente de diferentes sistemas en el mismo momento, lo que es necesario utilizar banderas, comandos, iniciales, que permitan identificar con facilidad la procedencia y el área que presentó la situación anormal, por lo cual, es necesario que cada alarma sea única y que esta genere el mismo aviso para condiciones determinada.

5.6	Existe un sistema de monitoreo de alarmas para detectar alarmas molestosas?, en caso de ser detectados son tratados con prontitud para que funcionen correctamente?.	
-----	--	--

La confiabilidad es uno de los factores claves para el sector industrial, entre mas confiable sea un sistema, mejor es su desempeño y la calidad de los productos producidos, por lo cual es necesario tener estrategias para evitar aquellas alarmas molestosas y que pueden generar confusión. Es recomendable tener un sistema de monitoreo de alarmas para poder detectar cual son esas alarmas que generan molestias y verificar por que se generan.

5.7	Están documentadas las selecciones y las prioridades de cada alarma?, El operador tiene acceso en línea a estos documentos?	
-----	---	--

Como se ha visto en puntos anteriores, indispensablemente el operador debe tener acceso por la intranet a los documentos y procedimientos de la planta, esto garantiza que el proceso sea operado de forma segura y eficiente.

5.8	La HMI tiene la capacidad de mostrar todas y cada una de las alarmas eliminadas, en un lugar fácil de llegar a la lista?	
-----	--	--

El sistema de monitoreo de alarmas debe tener registros de aquellas alarmas que se presentan y aquellas que fueron eliminadas y contestadas, esto es importante, pues de ella depende observar la procedencia de algún problema ya sea operativo o funcional que se presente.

5.9	El sistema de configuración de alarmas posee protección contra cambios inadvertidos o inapropiados?	
-----	---	--

Todos los sistemas de monitoreo que permitan cambios en la configuración, funcionamiento o especificaciones, deben preguntar una contraseña que este apta para validar dicho cambio, pues esto garantiza que los cambios sean realizados por personal autorizado y no por operadores y personal externo a la empresa.

5.10	Son comparados el rendimiento del sistema de monitoreo de alarmas y las medidas de acción tomadas con los indicadores clave de rendimiento?	
------	---	--

Como indicadores claves de para la gestión de las alarmas, se recomienda compara el rendimiento del sistema de monitoreo de alarmas Vs las medidas de acción que se toman, esto con el fin de estipular cuales fueron los posibles situaciones anormales que mostró el proceso y establecer algunos correctivos para que la presencia de estas situaciones sea mitigadas.

3.6 Evaluación de esto actual de HMI existente.

La sexta parte del la evaluación es para establecer una retroalimentación del estado actual de las HMI, estas preguntas vinculan todas los puntos vistos hasta el momento, en ello se observan preguntas relacionadas con eficiencia, eficacia, procesamiento, ergonomía, cumplimiento de normas, etc. Algunas respuestas de los operadores serán de mucha utilidad para el buen desempeño de esta evaluación, estas respuestas pueden estar en contradicción con las respuestas esperadas por los ingenieros, dichas diferencias pueden indicar problemas de conocimiento o de formación debido a que el operador no es consciente de las características que conocen los ingenieros o viceversa, por tal razón se recomienda aplicar esta evaluación tanto a operador como a ingenieros.

Como resultado de este problema se puede visualizar que si los gráficos, procedimientos y características actuales no se parecen a los de un HMI de alto rendimiento, los operadores no pueden tener ningún informe y las respuestas darán un resultado poco provechoso para el análisis y reestructuración de la HMI. Un ejemplo de esto sería la respuesta a la pregunta, “¿sería mejor y más útil tener más pantallas en su puesto de trabajo?”, casi siempre la respuesta será "sí", independientemente de lo que los estudios de factores humanos han demostrado.

		Respuestas
6.1	Es cómoda la disposición física de las pantallas? si no, ¿cómo se podría mejorar?	
6.2	Existe un computador de propósito general conectado a la intranet en su puesto de trabajo?	
6.3	Cuantas pantallas normalmente contienen el mismo formato de visualización (mímico) y cuantas varían?	
6.4	En cual pantalla y ventanas se mantiene la mayor parte del tiempo? (Como resumen de alarmas, visualización de parámetros críticos, visión general, etc.)	
6.5	Cuantas pantallas y ventanas utilizan activamente?	
6.6	Le es fácil navegar por las diferentes pantallas y ventanas?	
6.7	Cuantas pulsaciones de tecla o de ratón suelen tomar para que usted pueda llegar a la ventana que desea ver?	

6.8	En alguna ocasión tiene que escribir una etiqueta (TAG) o el nombre de gráfica (mímico)? si es así, ¿cuándo?	
6.9	La HMI muestra toda la información que usted necesita en condiciones estables y necesarias para hacer su trabajo?, ¿qué información le hace falta?	
6.10	La HMI muestra toda la información que usted necesita durante situaciones anormales? ¿qué información le hace falta?	
6.11	La HMI muestra toda la información que usted necesita durante el inicio y la parada de los equipos? ¿qué información le hace falta?	
6.12	La HMI contiene demasiada información, poca información o información general muy desordenada en cada ventana? Por favor identifique las ventanas o gráficos donde se encuentra la poca o excesiva información.	
6.13	El operador prefiere usar diferentes dispositivos diferentes al ratón (mouse)? Si es así, cuales dispositivos prefieren?	
6.14	Puede el operador acceder a un radio de comunicación eficientemente, y operar desde el sistema al mismo tiempo?	
6.15	Puede el operador acceder a un teléfono eficientemente, y operar desde el sistema al mismo tiempo?	
6.16	Puede el operador utilizar el intercomunicador eficientemente, y operar desde el sistema al mismo tiempo?	
6.17	Tienes alguna sugerencia a cerca de los radios- intercomunicadores o teléfonos utilizados?	
6.18	Puedes con facilidad comunicarte con otras personas o departamentos tales como mantenimiento, laboratorio, ingenierías, etc.?	
6.19	Se encuentran actualizados los procedimientos referentes a la operación y están disponibles en el puesto de trabajo?, si no, Porque no lo están?	
6.20	Se encuentra disponible la documentación de las alarmas en el puesto de trabajo?	
6.21	Tiene acceso a los resultados del laboratorio de forma eficiente y conveniente?	

6.22	Si el operador no está sentado en su puesto de trabajo, pero todavía se encuentra en la sala de control y una nueva alarma se activa, el operador puede detectar esta?.	
6.23	Si el operador está en el área de la cocina, este puede detectar la aparición de una nueva alarma?	
6.24	A menudo se encuentra el operador con la necesidad de obtener las tendencias de un valor o variable determinada, por ende siente la necesidad de generar dichas tendencias?, si es así, que parámetro le gustaría generar en las tendencias?	
6.25	La HMI tiene incorporada por lo menos un display o ventana dedicada al muestreo de tendencias de parámetros importantes como calidad, producción, ambientales y seguridad?	
6.26	Los valores de proceso mostrados en pantallas modela el número correcto y cifras significativas acorde con las medidas en campo?	
6.27	Existen elementos gráficos de manera coherente en diferentes pantallas? tomar nota de cualquier diferencia que encuentres.	
6.28	Se identifican claramente los interlock en las pantallas y mímicos del proceso?, es decir, puede decir cuándo el interlock están en efecto y todo lo necesario para remediar la situación? Tenga en cuenta las excepciones.	
6.29	Tienes que cambiar el tamaño de las ventanas cuando se llama a la pantalla?, describe cuando es necesario.	
6.30	En la manipulación de una situación anormal, se encuentra a la mano toda la información necesaria en su puesto de trabajo?, Si no, que información hace falta?.	
6.31	En la manipulación de una situación anormal, generalmente utilizas varias pantallas, instrumentos y las acciones de control que necesitas las debes hacer en una sola pantalla?. referencia algunos ejemplos donde se presentan estos problemas.	

6.32	Durante una situación anormal, se distrae porque tiene que proporcionarle información del estado de la situación al personal de la empresa (distinto a operaciones)?, ¿esto interfiere con el manejo de la situación?.	
6.33	Es posible iniciar el apagado de un equipo sin necesidad de un paso para confirmar que el comando o la acción es la deseada?	
6.34	El gráfico indica donde los instrumentos han entrado en un estado de mal funcionamiento?	
6.36	Todas las señales de alarmas son claras y entendibles?	
6.37	Resulta fácil navegar por las ventanas de gráficos cuando necesitas ver y responder a cada alarma?	
6.38	Que animación se utiliza para usos generales?	
6.39	Las sillas de los operadores son ajustables, confortables y en buen estado?	
6.40	El cuarto de control se encuentra bien iluminado a toda hora?	
6.41	El brillo de la pantalla es un problema, en qué circunstancias y en qué ventana nota dicho brillo?	
6.42	Usted tiene acceso a impresoras o fotocopadoras?	
6.43	Existen mecanismos establecidos para hacer comentarios sobre los cambios necesarios a las mejoras de las gráficas?, Los comentarios realizados explican de manera consecutiva las acciones realizadas para lograr tal cambio?	
6.44	Existen mecanismos establecidos para hacer comentarios sobre los problemas de falsas alarmas?, los comentarios realizados explican de manera consecutiva las acciones realizadas para lograr identificar y solucionar el problema?	
6.45	Los gráficos muestran claramente las condiciones actuales de operación del proceso en cualquier lugar del sistema de control y supervisión?	
6.46	Existe un procedimiento documentado que indica los cambios de turnos y situaciones que deben cubrirse? Y este es seguido por supervisores que hacen cumplir las políticas de descansos, horas máximas de trabajo por jornadas, etc.?	

CAPITULO 4.

Conclusiones.

4.1 Conclusiones.

En los últimos años el uso de las interfaces humano maquina (HMIs) se ha vuelto muy común, desde la representación de sistemas de control ubicados en casa inteligentes, hasta la representación de procesos complejos en la industria. Muchas de estas representaciones tienen una gran cantidad de información y gráficos que puede desconcentrar o confundir a los usuarios provocando situaciones anormales que pueden comprometer la seguridad, la producción y la efectividad de la planta o proceso.

En este trabajo se establecen técnicas de diseño basado en buenas prácticas, colocando ejemplos de la vida cotidiana, estableciendo pautas de diseño, estrategias de conducta y análisis para el procesamiento de la información suministradas por las HMIs, adicional a esto se establecieron pautas para hacer una representación de alto rendimiento que se basó en el uso de colores, formas y tamaños de los elementos estáticos, fondo de pantalla, uso de líneas, representación de alarmas y elementos de control, entre otros.

Para establecer el buen desempeño de la HMI se puede utilizar la herramienta elaborada por los escritores de libro “The high performance HMI handbook” traducidas, ajustadas y justificada por el autor de esta monografía, que consta de una serie de preguntas relacionadas con los aspectos gráficos, la navegación, la administración de alarmas, los factores claves de las estaciones de trabajos y aspectos generales. Esta evaluación sirve como guía para la elaboración de una HMI de alto rendimiento que cumple con altos estándares internacionales para la elaboración de representaciones gráficas de procesos tales como la ISO 13407, entre otras. Cualquier persona que tome este trabajo como referencia tendrá buenos resultados en el manejo, diseño y evaluación de HMIs de alto rendimiento.

Este trabajo será utilizado como herramienta base para nuevos temas de monografías y documentales relacionados con la evaluación de las HMI a nivel industrial, una de las temáticas propuestas podría ser la investigación y estado del arte del rendimiento de las HMI en Cartagena, y propuestas de mejoras en la representación de los procesos

Bibliografía.

[1] Bill Hollifield, Dana Oliver, Ian Nimmo, Eddie Habibi. The high performance HMI handbook. PAS, Houston, USA, 2008.

[2] Yves Fiset Jean,. Human – Machine interface design for process control applications, ISA, Estados Unidos, 2009.

[3] Organización internacional para estandarización ISO. Diseño de sistemas interactivos centrados en el Humano. ISO 13407. 1999.

[4] Patricio Rodríguez V. Diseño de interfaces hombre - máquina (HMI). Instituto de Electricidad y Electrónica – Universidad Austral de Chile, 2006.

[5] Sociedad Internacional de Automatización ISA. simbología e identificaciones para instrumentación. Normas ANSI / ISA S 5.1- 1984 (R1992). AMERICA NATIONAL STANDARD

ANEXO 1: Herramienta para la evaluación del rendimiento de las HMIs.

Herramienta de evaluación de HMI.				
		Respuestas		
1.	Factores gráficos generales.	SI	NO	No Aplica
1.1	Existe una ventana de visualización general que resume los factores claves de la operación completa del proceso?			
1.2	Para cualquier cambio de estado de una variable programada en la HMI se le observa una variación en la representación grafica de la misma?			
1.3	Los gráficos visualizados permiten al operador diferenciar entre los productos fabricados, materias primas utilizadas y velocidades de funcionamiento del proceso?			
1.4	Se encuentra resumidos en ventanas independientes todos las variables análogas de cada subsistema?			
1.5	Se encuentra resumidos en ventanas independientes todos los indicadores análogos de cada subsistema?			
1.6	Se encuentra resumidos en ventanas independientes todas las alarmas de cada subsistema?			
1.7	Se puede identificar claramente los interlocks determinando el estado, las causas y las acciones necesarias para evitar el bloqueo?. A partir de esta información el operador puede determinar las acciones necesarias para eliminar el bloqueo o interlock?			
1.8	La HMI utiliza animaciones para indicar la presencia de situaciones anormales? (Estas animaciones son diferentes a las utilizadas en los agitadores, bombas de rotación, bandas transportadoras, salpicaduras de líquidos y rociadores, entre otros elementos animados).			

1.9	Las codificación de colores de alarmas son designada por prioridad?			
1.10	La codificación de colores de alarmas son utilizado exclusivamente para esta actividad y no para otros elementos gráficos del proceso?			
1.11	Los tanques y equipos de proceso son representados simplemente en dibujos 2D, sin colores brillantes o sombreado en 3D? (la forma del sombreado o los detalles gráficos no deben representar cambios en las condiciones internas del equipo)			
1.12	Las gráficas de tuberías de proceso se encuentra representada acorde con el código de colores de la planta?			
1.13	Las unidades de medida siempre se muestran (ej: psig, gpm, etc.) y aparecen como siglas constantes, en letras pequeñas y de bajo contraste?			
1.14	Los niveles analógicos de líquido en tanques y recipientes son mostrados en franjas estrechas de colores opacos y no en franjas de colores brillantes del mismo ancho del tanque o recipientes?			
1.15	Existen tendencias que registran los valores importantes del proceso, de tal manera que no sería necesario configurar las tendencias en la marcha?			
1.16	En procesos unidireccionales, el flujos es representado con flechas que van de izquierda a derecha?			
1.17	En procesos unidireccionales, el flujo de líquidos es representado con flechas que van de arriba hacia abajo?			
1.18	En procesos unidireccionales, los flujos gases son representado con flechas que van de abajo hacia arriba?			
1.19	Los gráficos tienen fondo gris para minimizar el deslumbramiento? (Las salas de control deben estar iluminadas como indica la norma técnica de iluminación entre 350 – 500Lux)			
1.20	Los gráficos muestran las líneas de proceso en escala de gris, con la líneas principales de proceso un poco más gruesa que las menos principales?			

1.21	Se encuentran detectores ambientales de gases inflamables y/o tóxicos que muestran la dirección del viento, la posición geográfica donde se encuentra y la velocidad del viento? (Esto para determinar los riesgos y establecer el punto de encuentro en presencia de escapes de gases).			
1.22	La ventana de gráfico (mímico) del proceso es claro y coincide con el modelo mental de los operadores del proceso?			
1.23	Se utilizan las técnicas para reducir la posibilidad de errores por parte de los operadores en el ingreso de datos, en accionamiento involuntario (trip) y para proporcionar medidas de validación y de seguridad?			
1.24	Son utilizados los indicadores tipos analógicos para mostrar el estado del proceso, complementando las prácticas comunes como colocar simplemente los números en una pantalla?			
		Respuestas		
2.	Factores de Navegación.	SI	NO	
2.1	Es posible desplazarse entre las diferentes pantallas, en menos de 5 segundos, con solo tres botones del teclado o con el ratón (Mouse)? Es importante que la navegación sea lógica y sencilla.			
2.2	Los gráficos están elaborados de tal manera que muestran los detalles de forma lógica?			
2.3	Se le da el uso adecuado y lógico a las asignaciones de los botones cumpliendo con la norma ISA-5.5-1985, sección 3.1.2?			
Las siguientes preguntas tienen como objetivo evaluar el rendimiento cualitativo de las HMI, para esta es necesaria que muchas respuestas sean justificadas y sigue siendo las respuestas afirmativas la opción ideal.				
3.	Factores de estaciones de trabajo.	Respuestas		
3.1	El operador tiene entre cuatro y seis pantallas en el DCS, y una de ellas es utilizada especialmente para observar los resúmenes de la operación del proceso? si hay menos, justificar por qué no es necesario. Si hay más, justificar por qué es necesario las demás.			

3.2	El operador tiene un PC corporativo con acceso a la intranet para observar los procedimientos, solicitudes de trabajo, etc.? (este PC debe ser diferente al que se encuentra el software supervisorio).		
3.3	Si la visibilidad física de una pantalla se pierde, la información que contiene se puede mostrar en la pantalla de otra estación de trabajo sin problemas o se puede acceder de manera remota y segura ?		
4.	Factores de cuartos de control y prácticas de trabajo.	Respuestas	
4.1	Existe una estación de trabajo especialmente para los ingenieros y el uso de mantenimiento?, esto es debido a que el espacio de trabajo de los operadores no tiene que ser compartida.		
4.2	Los niveles de iluminación son adecuados a toda hora, no se tiene ningún problema de deslumbramiento?		
4.3	La sala de control se mantiene libre de distracciones y de personal no autorizado y tampoco es utilizada como lugar de reunión?		
4.4	Se utiliza como política que en situaciones anormales el personal público no se debe encontrar alrededor de las consolas de operadores?		
4.5	Existe cocina/comedor en el área del cuarto de control que le permita a los operadores tener a la vista las consolas de operación?		
4.6	Existen documentos para cambios de procedimientos que especifiquen los ítems y situaciones que cubre dicho cambio?		
4.7	En las salas de control multi-consola, multi-operador, los operadores se encuentran colocados junto a los otros operadores con el objetivo de tener una mejor comunicación?		

4.8	Existen copias de respaldo fuera del sitio de los archivos generales que contenga y expliquen todos los elementos HMI (hardware y software)? (con el fin de establecer procedimientos de seguridad de la información contenida dentro de los sistemas supervisorios, y minimizar el tiempo de configuración y programación del DCS).		
5.	Factores de administración de alarmas.	Respuestas	
5.1	Las alarmas son configuradas por cada situación específica y la acciones del operador para controlar estas son conocidas?		
5.2	Todas las alarmas ocurren solo cuando ocurre una situación anormal? (la alarmas nunca deben ser activadas para situaciones esperadas dentro de la operación normal del proceso)		
5.3	El sistema de alarmas está disponible para dar aviso a diversas indicaciones de los estados (status)?		
5.4	Son configuradas las prioridades de las alarmas de manera significativa y consistente?		
5.5	Todas las alarmas son únicas? (ya que la misma situación no debe generar múltiples alarmas).		
5.6	Existe un sistema de monitoreo de alarmas para detectar alarmas molestosas?, en caso de ser detectados son tratados con prontitud para que funcionen correctamente?.		
5.7	Están documentadas las selecciones y las prioridades de cada alarma?, El operador tiene acceso en línea a estos documentos?		
5.8	La HMI tiene la capacidad de mostrar todas y cada una de las alarmas eliminadas, en un lugar fácil de llegar a la lista?		
5.9	El sistema de configuración de alarmas posee protección contra cambios inadvertidos o inapropiados?		
5.10	Son comparados el rendimiento del sistema de monitoreo de alarmas y las medidas de acción tomadas con los indicadores clave de rendimiento?		
6	Cuestionario para operadores.		

Algunas respuestas de los operadores serán de mucha utilidad para el buen desempeño de esta evaluación, estas respuestas pueden estar en contradicción con las respuestas esperadas por los ingenieros, dichas diferencias pueden indicar problemas de conocimiento o de formación debido a que el operador no es consciente de las características que conocen los ingenieros o viceversa.		
Sin embargo, si los gráficos, procedimientos y características actuales no se parecen a los de un HMI de alto rendimiento, los operadores no pueden tener ningún informe y las respuestas darán un resultado poco provechoso para el análisis y reestructuración de la HMI. Un ejemplo de esto sería la respuesta a la pregunta, “¿sería mejor y más útil tener más pantallas en su puesto de trabajo?”, casi siempre la respuesta será "sí", independientemente de lo que los estudios de factores humanos han demostrado.		
En esta sección se tendrán dos tipos de respuestas, muchas deberán ser sustentables y otras solo basta con afirmarlas o negarlas, es de mucha importancia sustentar bien las preguntas debido a que de esas respuestas se basaría el ingeniero para mejorar el desempeño de la HMI actual.		
		Respuestas
6.1	Es cómoda la disposición física de las pantallas? si no, ¿cómo se podría mejorar?	
6.2	Existe un computador de propósito general conectado a la intranet en su puesto de trabajo?	
6.3	Cuántas pantallas normalmente contienen el mismo formato de visualización (mímico) y cuántas varían?	
6.4	En cual pantalla y ventanas se mantiene la mayor parte del tiempo? (Como resumen de alarmas, visualización de parámetros críticos, visión general, etc.)	
6.5	Cuántas pantallas y ventanas utilizan activamente?	
6.6	Le es fácil navegar por las diferentes pantallas y ventanas?	
6.7	Cuántas pulsaciones de tecla o de ratón suelen tomar para que usted pueda llegar a la ventana que desea ver?	
6.8	En alguna ocasión tiene que escribir una etiqueta (TAG) o el nombre de gráfica (mímico)? si es así, ¿cuándo?	
6.9	La HMI muestra toda la información que usted necesita en condiciones estables y necesarias para hacer su trabajo?, ¿qué información le hace falta?	
6.10	La HMI muestra toda la información que usted necesita durante situaciones anormales? ¿qué información le hace falta?	

6.11	La HMI muestra toda la información que usted necesita durante el inicio y la parada de los equipos? ¿qué información le hace falta?		
6.12	La HMI contiene demasiada información, poca información o información general muy desordenada en cada ventana? Por favor identifique las ventanas o gráficos donde se encuentra la poca o excesiva información.		
6.13	El operador prefiere usar diferentes dispositivos diferentes al ratón (mouse)? Si es así, cuales dispositivos prefieren?		
6.14	Puede el operador acceder a un radio de comunicación eficientemente, y operar desde el sistema al mismo tiempo?		
6.15	Puede el operador acceder a un teléfono eficientemente, y operar desde el sistema al mismo tiempo?		
6.16	Puede el operador utilizar el intercomunicador eficientemente, y operar desde el sistema al mismo tiempo?		
6.17	Tienes alguna sugerencia a cerca de los radios- intercomunicadores o teléfonos utilizados?		
6.18	Puedes con facilidad comunicarte con otras personas o departamentos tales como mantenimiento, laboratorio, ingenierías, etc.?		
6.19	Se encuentran actualizados los procedimientos referentes a la operación y están disponibles en el puesto de trabajo?, si no, Porque no lo están?		
6.20	Se encuentra disponible la documentación de las alarmas en el puesto de trabajo?		
6.21	Tiene acceso a los resultados del laboratorio de forma eficiente y conveniente?		
6.22	Si el operador no está sentado en su puesto de trabajo, pero todavía se encuentra en la sala de control y una nueva alarma se activa, el operador puede detectar esta?.		
6.23	Si el operador está en el área de la cocina, este puede detectar la aparición de una nueva alarma?		

6.24	A menudo se encuentra el operador con la necesidad de obtener las tendencias de un valor o variable determinada, por ende siente la necesidad de generar dichas tendencias?, si es así, que parámetro le gustaría generar en las tendencias?		
6.25	La HMI tiene incorporada por lo menos un display o ventana dedicada al muestreo de tendencias de parámetros importantes como calidad, producción, ambientales y seguridad?		
6.26	Los valores de proceso mostrados en pantallas modela el número correcto y cifras significativas acorde con las medidas en campo?		
6.27	Existen elementos gráficos de manera coherente en diferentes pantallas? tomar nota de cualquier diferencia que encuentres.		
6.28	Se identifican claramente los interlock en las pantallas y mímicos del proceso?, es decir, puede decir cuándo el interlock están en efecto y todo lo necesario para remediar la situación? Tenga en cuenta las excepciones.		
6.29	Tienes que cambiar el tamaño de las ventanas cuando se llama a la pantalla?, describe cuando es necesario.		
6.30	En la manipulación de una situación anormal, se encuentra a la mano toda la información necesaria en su puesto de trabajo?, Si no, que información hace falta?		
6.31	En la manipulación de una situación anormal, generalmente utilizas varias pantallas, instrumentos y las acciones de control que necesitas las debes hacer en una sola pantalla?. referencia algunos ejemplos donde se presentan estos problemas.		
6.32	Durante una situación anormal, se distrae porque tiene que proporcionarle información del estado de la situación al personal de la empresa (distinto a operaciones)?, ¿esto interfiere con el manejo de la situación?.		
6.33	Es posible iniciar el apagado de un equipo sin necesidad de un paso para confirmar que el comando o la acción es la deseada?		

6.34	El gráfico indica donde los instrumentos han entrado en un estado de mal funcionamiento?		
6.36	Todas las señales de alarmas son claras y entendibles?		
6.37	Resulta fácil navegar por las ventanas de gráficos cuando necesitas ver y responder a cada alarma?		
6.38	Que animación se utiliza para usos generales?		
6.39	Las sillas de los operadores son ajustables, confortables y en buen estado?		
6.40	El cuarto de control se encuentra bien iluminado a toda hora?		
6.41	El brillo de la pantalla es un problema, en qué circunstancias y en qué ventana nota dicho brillo?		
6.42	Usted tiene acceso a impresoras o fotocopadoras?		
6.43	Existen mecanismos establecidos para hacer comentarios sobre los cambios necesarios a las mejoras de las gráficas?, Los comentarios realizados explican de manera consecutiva las acciones realizadas para lograr tal cambio?		
6.44	Existen mecanismos establecidos para hacer comentarios sobre los problemas de falsas alarmas?, los comentarios realizados explican de manera consecutiva las acciones realizadas para lograr identificar y solucionar el problema?		
6.45	Los gráficos muestran claramente las condiciones actuales de operación del proceso en cualquier lugar del sistema de control y supervisión?		
6.46	Existe un procedimiento documentado que indica los cambios de turnos y situaciones que deben cubrirse? Y este es seguido por supervisores que hacen cumplir las políticas de descansos, horas máximas de trabajo por jornadas, etc.?		

Terminología o glosario

Valor actual: El valor presente (es decir, el valor justo ahora) de una variable de proceso que se va a recibir en un sistema o DCS, etc.

Valor esperado: Es el valor que se desea conseguir por medio de unas acciones presentes, evalúa el comportamiento de un proceso, en condiciones optimas de operación.

Pantallas: Una pantalla (o monitor) es una unidad de visualización de un equipo, esto se refiere mas a Hardware.

Ventana: una ventana es un área visual, normalmente de forma rectangular, que contiene algún tipo de interfaz de usuario, mostrando la salida y permitiendo la entrada de datos para uno de varios procesos que se ejecutan simultáneamente. Las ventanas se asocian a interfaces gráficas, donde pueden ser manipuladas con un puntero.

Gráficos: Un gráfico es la representación de datos, generalmente numéricos, mediante líneas, superficies o símbolos, para ver la relación que esos datos guardan entre sí y facilitar su interpretación.

Mímico: Es una representación del proceso utilizando animaciones, gráficos de colores, etc.

Pop Up: es una ventana emergente, que se despliegan para visualizar características específicas de los elementos, para confirmación de alarmas y procedimientos.

Alarma: las alarmas son señales o avisos que advierten sobre la proximidad de un peligro o un situación anormal.

Interlocks (dispositivos de seguridad): Es un mecanismo de seguridad que sirve para coordinar las actividades de 2 o más dispositivos y prevenir que 1 dispositivo interfiera con el otro.

Sistema de monitoreo y control: sirve de herramienta mantener un efectivo control del funcionamiento de la planta.

TIPS tecnológicos.

- En las salas de control, las pantallas de cristales están siendo reemplazadas por las pantallas LCD, esto debido a que la pantalla LCD no tiene problemas con el resplandor de la luz del cuarto de control, además, si se muestra una imagen en los dos hardware, notablemente se observa una gran calidad y nitidez en la pantalla LCD que en la pantalla de cristal.
- Como principio general en el diseño de las alarmas, estas deben ser ocasionada por cada situación anormal que se presente. Es decir, una alarma debe representar una sola situación anormal y no múltiples situaciones anormales.
- Los operadores pueden utilizar auriculares pequeños, inalámbricos como herramienta para evitar la emisión de los sonidos de las alarmas dentro de los cuartos de control y para identificar la aparición de nuevas alarmas en el sistema. Estos dispositivos deben ser sometidos a cheques constantes para garantizar el funcionamiento de los equipos y así la seguridad de la planta.

